



ACTIONS DE COOPERATION FRANCO-AUSTRALIENNES

DANS LE DOMAINE DE

**“L’AGRICULTURE, LA GESTION DES TERRES ET DES
EAUX, ET DE L’ENVIRONNEMENT” (ATEE)**

PARTICIPATION DU MINISTERE DES AFFAIRES ETRANGERES

AUX ACTIVITES PROGRAMMEES

JUILLET 2003

Note préliminaire:

Angelique D'HONT

CIRAD-CA, Programme Canne a Sucre
CIRAD, Av Agropolis, 34000 Montpellier
angelique.d'hont@cirad.fr

Titre: Analyse de la structure du genome des cultivars de canne a sucre en utilisant la cytogenetique.

Statut:

Annule pour cause de sante. En revanche, la venue du Dr G. Piperidis sur Montpellier (financement AAS) c'est deroule comme prévu et a fait l'objet d'un rapport de mission remis a l'AAS.

Martine DEVIC

CNRS UMR 5096
Universite de Perpignan, 66000 Perpignan
martine.devic@up.fr

Titre: Developpement de l'ovule et de la graine chez la plante.

Statut:

Annule pour cause de sante.

Yves BRUNET

Unite de Bioclimatologie
INRA, Villenave d'Ornon, 33000 Gironde
brunet@bordeaux.inra.fr

Titre: Vent et Foret a l'echelle du paysage.

Statut:

La campagne de mesures a dû être reportée au second semestre 2003 pour raisons techniques liées à la disponibilité de l'équipement (tunnel aérodynamique du CSIRO) et à celle du technicien responsable des mesures.

Initialement prévue fin 2002, elle n'a toujours pas eu lieu. La situation s'est heureusement débloquée ces derniers temps et l'ensemble du projet sera mené du 15 août au 30 Décembre 2003.

Christian CHERVIN

ENSA UMR 990
INP Toulouse
chervin@ensat.fr

Titre : Contrôle de la maturité du raisin par l'éthanol.

Contexte

Nous remercions le Ministère des Affaires Étrangères (MAE) pour le soutien financier (détail page suivante) d'un partenariat naissant entre :

- l'Australie (Adelaide University, Australian Wine Research Institute, CSIRO et l'ex-département d'agriculture de l'état de Victoria, maintenant nommé Natural Resources & Environment)
- et la France (INPT, INRA et Institut Technique de la Vigne et du Vin)

Nous souhaitons également remercier messieurs Alain Moulet, Ambassade de France à Canberra et Patrick Y. Durand, CIRAD, pour avoir initié et facilité les opérations afférentes à ce financement.

Les deux scientifiques impliqués principalement en 2002 ont été :

- le Dr Robyn van Heeswijck, Adelaide University, Department of Horticulture, Viticulture and Oenology
- le Dr Christian Chervin, INPT, Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Toulouse (ENSAT)

Déroulement

Le Dr van Heeswijck a participé à une expérience sur la maturation du raisin au cours du mois de Septembre 2001 à Toulouse, dans le cadre d'une étude initiée par le Dr Chervin il y a deux ans. En 2002, une expérience semblable a été menée dans le laboratoire Australien. L'expérience a débuté en Mars, bénéficiant de la contre-saison de l'hémisphère sud. Nous avons testé l'influence de plusieurs doses d'éthanol pulvérisé sur des raisins de Cabernet Sauvignon à plusieurs dates (avant et après la véraison en Mars et Avril dans un vignoble situé 20 km de l'Université). L'éthanol stimule, en effet, certains facteurs de maturité chez le raisin. Des résultats préliminaires à cette étude viennent d'être publiés par notre équipe dans le volume 7 (n° 3) de Australian Journal of Grape and Wine Research.

Cette année nous avons prélevé de nombreux échantillons de baies sur lesquelles nous avons testé (avec l'aide d'étudiants) les concentrations en sucres, acides et pigments colorés. Les résultats seront publiés l'an prochain dans une revue scientifique internationale et lors d'un colloque de la société internationale d'horticulture à Toronto (mention sera faite de l'aide reçue du Ministère des Affaires Étrangères).

Lors de son séjour, le Dr Chervin a fait profiter de son expérience plusieurs étudiants (futurs agronomes ou thésards) lors de discussions tout au long de son séjour. Il a également rencontré plusieurs acteurs de la profession viti-vinicole australienne :

- Pr Peter Hoj de l'Australian Wine Research Institute.
- Dr John Faragher de l'Institute for Horticultural Development.
- Dr Brian Loveys du CSIRO-Plant Industry.

Hervé GARREAU

INRA, Station d'Amélioration Génétique des Animaux
BP 27, 31326 CASTANET TOLOSAN
Garreau@toulouse.inra.fr

Titre : Amélioration génétique de la résistance aux maladies du lapin.

Contexte

La très récente industrie du lapin de chair génère d'importants revenus de diversifications dans les zones rurales australiennes. Le principal facteur limitant de la rentabilité des élevages australiens est le coût engendré par les maladies bactériennes (frais vétérinaires, mortalité, faibles performances).

La France est leader en matière de sélection cunicole et la filière lapins de chair française, bien organisée, fait appel aux techniques les plus innovantes. La lutte contre les maladies se fait essentiellement par des mesures prophylactiques et par l'utilisation de produits vétérinaires curatifs. L'utilisation de produits vétérinaires est toutefois réglementée par une législation européenne de plus en plus sévère et de nombreuses matières actives seront interdites dans les années à venir.

Une alternative moins onéreuse et plus conforme à la notion d'« agriculture durable » serait la sélection des animaux pour leur aptitude à résister aux maladies bactériennes. La résistance génétique aux maladies est un thème à la fois très novateur et très prometteur en sélection animale.

La condition préalable à la réussite d'un schéma de sélection est la variabilité génétique du caractère à sélectionner. Cette variabilité est estimée à partir des performances mesurées sur les animaux candidats à la sélection, à l'aide de modèles statistiques spécifiques. L'équipe « amélioration génétique du lapin » de l'INRA de Toulouse oeuvre avec beaucoup de succès dans cette discipline depuis 1970. Notre première contribution à l'étude génétique de la résistance a débuté en 2001 avec la mise en place d'un protocole destiné à mesurer la variabilité génétique de la résistance du lapin à l'entérococolite.

Fort de mon expérience en sélection cunicole et motivé par un sujet novateur impliquant une équipe australienne, mon objectif dans ce projet était donc de mesurer la variabilité génétique de la résistance aux maladies bactériennes (pasteurelloses et staphylococcie) à partir de symptômes de maladie relevés sur une population de lapins en sélection au centre de recherche de Chiswick afin de prédire l'efficacité d'une sélection pour ce caractère.

Partenaire australien : Dr Sandra Eady, Mac Master Laboratory, Chiswick Research Centre, CSIRO Livestock Industries, Armidale NSW 2350, AUSTRALIE

Méthodes et résultats

Nous avons analysé les symptômes de maladies bactériennes relevés chaque semaine pendant la période d'engraissement sur un total de 2500 lapins. Les méthodes de l'analyse de survie et du REML ont été appliquées à ces données en utilisant les logiciels « survival kit » et asreml.

En raison d'une confusion entre les effets pères et les effets portées de naissance, un modèle « animal » a été privilégié au détriment du modèle « père ». Les héritabilités estimées (rapport de la variance génétique sur la variance totale) sont égales à 0.08. Ces estimées sont assez faibles mais néanmoins du même ordre de grandeur que celles des caractères de reproduction dont la sélection a déjà prouvé son efficacité. Les résultats de cette étude démontrent donc qu'il est possible d'améliorer la résistance génétique aux maladies du lapin par la sélection. Nous avons par ailleurs mis en évidence les effets d'environnement commun aux lapereaux d'une même portée, l'effet de la taille de portée d'origine au sevrage, l'effet du rang de portée de naissance ainsi que l'effet année-saison de naissance. Nous avons par ailleurs estimé une corrélation génétique favorable entre la résistance à la maladie et la croissance des animaux qui nous confortait davantage dans l'idée de sélectionner ce caractère.

Bilan et perspectives

Au terme de ce travail, nous pouvons affirmer avoir progressé de façon très significative dans l'analyse de ce nouveau caractère : Nous avons pu valider une méthode et un modèle d'analyse. Les premières estimations d'héritabilité ont démontré la possibilité d'une sélection efficace pour ce caractère.

De nouvelles estimations réalisées très récemment par le docteur Sandra Eady en incorporant de nouvelles mesures d'animaux ont confirmé ces estimations. Fort de ces résultats, le Docteur Eady a décidé d'introduire la résistance aux maladies bactériennes dans l'objectif global de sélection de la souche de lapins entretenue au centre de Chiswick.

Au-delà des résultats scientifiques, ce projet a permis d'initier une collaboration entre nos 2 laboratoires qui promet d'être très fructueuse. Pour en témoigner, nous allons poursuivre nos travaux à l'occasion de la visite du docteur Eady qui travaillera 2 mois dans notre laboratoire à l'automne prochain. Nous avons en projet de préciser les relations génétiques entre la résistance aux maladies et les autres caractères, d'écrire deux articles scientifiques décrivant nos résultats et d'associer des sélectionneurs cynicoles privés français à nos recherches.

Philippe HINSINGER

INRA UMR Sol et Environnement
ENSA, Place Viala, 34000 Montpellier
Hinsinger@ensam.inra.fr

Titre: Adaptation des plantes et symbioses aux contraintes physico-chimiques des sols de milieux méditerranéens : Réponses au niveau de la rhizosphère.

Déroulement

Il était initialement prévu d'effectuer cette mission conjointement avec **Dr Henri CALBA** (CIRAD Montpellier). Ce projet avait été maintenu malgré le fait que le financement obtenu auprès de l'Ambassade de France pour l'année 2002 ne permettait pas, *in fine*, de couvrir l'ensemble des frais pour deux participants : le soutien obtenu permettant de couvrir les titres de transport uniquement, il avait été décidé que les frais de séjour seraient pris sur des fonds propres du CIRAD pour **Dr Henri CALBA** et de l'INRA pour moi-même.

Malheureusement, des raisons médicales ont contraint **Dr Henri CALBA** à abandonner ce projet de mission assez tardivement, de sorte que je suis seul à avoir bénéficié du soutien financier de l'Ambassade de France, qui a permis de couvrir frais de transport et de séjour. Les frais de transport entre Brisbane et Perth ont été pris en charge quant à eux par le laboratoire d'accueil (CRC for Sustainable Production Forestry) de la Griffith University, suite à l'invitation de **Dr Zhihong Xu** à venir présenter un séminaire et à visiter son équipe, ses installations expérimentales et équipements scientifiques. Il faut noter par ailleurs qu'aucune mission d'Australien en France n'était prévue en 2002, sur financement AAP ou AAS.

Objectifs

Les principaux objectifs étaient les suivants :

- *Objectif 1.* Faire le point avec PROF Zed RENGEL (UWA – SSPN, Perth) (Responsable Australien du Projet) sur les collaborations sur la thématique de l'adaptation de plantes cultivées à la carence phosphatée et à la toxicité aluminique.
- *Objectif 1.1.* Finaliser la publication des résultats de recherches conjointes avec DR Caixian TANG (UWA – SSPN, Perth) sur la réponse d'une légumineuse à graine (haricot) à la carence phosphatée, en fonction de la source d'azote utilisée (minérale ou gazeux, via fixation symbiotique).
- *Objectif 1.2.* Finaliser la publication des résultats de recherches conjointes avec Yvonne CHENG et PROF Graham O'HARA (Murdoch University, Perth) sur les différences d'aptitude à la nodulation de légumineuses du genre *Medicago* (luzernes) à pH acide, en liaison avec les modifications locales de pH induites par les racines dans la rhizosphère.
- *Objectif 2.* Rencontrer de futurs partenaires potentiels du projet, notamment parmi ceux travaillant sur la problématique 'adaptation des plantes aux contraintes édaphiques chimiques' dans d'autres contextes que les écosystèmes cultivés : écosystèmes naturels (équipe de PROF Hans LAMBERS (UWA – Plant Science, Perth)) ou forestiers (équipe de DR Zhihong XU (Griffith University – Brisbane)).

Calendrier

- 25.11.02 : Départ Montpellier
- 27.11.02 : Arrivée Brisbane (via Paris-Bangkok)
- 27 – 29.11.02 : Visite Griffith University, Brisbane
CRC (Cooperative Research Center) for Sustainable Production Forestry, Australian School of Environmental Studies (Faculty of Environmental Sciences) and Queensland Forestry Research Institute

Séminaire intitulé 'Acquisition of nutrients by plants - root-mediated processes in the rhizosphere'.
- 01.12.02 : Départ Brisbane – Arrivée Perth
- 02-05.12.02 : Visite UWA – Dept of Soil Science and Plant Nutrition (SSPN)
Plant Nutrition Group
- 06-07.12.02 : Visite Murdoch University – Biological Science –
Centre for Rhizobium Studies
- 09.12.02 : Visite UWA – Department of Plant Science
- 09.12.02 : Départ Perth
- 10.12.02 : Arrivée Montpellier (via Paris-Bangkok)

Principaux résultats

- *Objectif 1.*

Cette mission a été en premier lieu l'occasion de faire le point avec le principal partenaire australien du Projet, PROF Zed RENGEL (UWA – SSPN, Perth), sur nos collaborations dans deux sous-thématiques principales : adaptation de plantes cultivées à la carence phosphatée et à la toxicité aluminique, qui sont reconnues comme des contraintes édaphiques majeures dans l'agriculture australienne.

L'absence d'Henri CALBA (CIRAD) nous a amenés à recentrer l'essentiel des discussions sur l'adaptation à la carence phosphatée (cf ci-dessous et Objectif 1.1.). Concernant les contraintes physico-chimiques imposées par les sols acides, une partie sera traitée ci-dessous (Objectif 1.2.). Par ailleurs, j'ai brièvement présenté les travaux conduits à Montpellier sur la thématique 'adaptation des plantes cultivées à la toxicité aluminique, notamment en liaison avec les modifications de pH induites par les plantes au niveau de leur rhizosphère. Il s'agit des travaux conduits principalement par Henri CALBA (CIRAD) et le directeur de mon UMR, Benoît JAILLARD (INRA-ENSA.M). Ceux-ci ont montré une diminution de l'absorption de nitrate chez les racines de maïs exposées à des niveaux toxiques d'aluminium en solution, se traduisant par une acidification accrue de la rhizosphère (excrétion accrue de protons pour compenser l'augmentation de l'excès de charges positives du bilan cations-anions absorbés). PROF Zed RENGEL (UWA – SSPN) travaille quant à lui sur le rôle du calcium dans la détoxification de l'aluminium. Il est envisagé de collaborer sur cette seconde hypothèse, ainsi que cela a été proposé dans le cadre de notre réponse conjointe à l'AAP 2003. Il est ainsi prévu un séjour de PROF Zed RENGEL (UWA – SSPN) dans notre UMR à Montpellier (financement de l'AAS au premier semestre 2004), avec pour objectif de mettre en œuvre une méthodologie de pointe maîtrisée dans notre groupe par Dr Claude PLASSARD : l'électrophysiologie. Il s'agit, au travers de l'emploi de microélectrodes spécifiques

confectionnées à façon (en l'occurrence, sélectives vis-à-vis de l'ion Ca^{2+}), de mesurer les concentrations et flux de calcium au voisinage et dans différents compartiments de la racine. Concernant l'adaptation à la carence phosphatée, ma visite a été l'occasion de présenter et discuter les résultats obtenus sur des génotypes contrastants de blé tendre. Nos deux équipes travaillent en effet depuis le séjour de PROF Zed RENGEL (UWA – SSPN) dans notre UMR en 1999 sur un même matériel végétal : un couple de génotypes de blé au comportement opposé en terme d'efficacité d'acquisition du phosphate (P). Ce couple est issu d'une vaste collection de génotypes chinois testés au champ par l'équipe de PROF Fusuo ZHANG (China Agricultural University – Pékin), avec laquelle PROF Zed RENGEL (UWA – SSPN) collabore étroitement. J'ai présenté des résultats obtenus dans notre UMR en 2002, dans le cadre du stage de licence professionnelle 'Agriculture Raisonnée' de Sophie MICHAUX. Ils ont confirmé les résultats préliminaires obtenus lors du séjour de PROF Zed RENGEL (UWA – SSPN) en 1999, à savoir : les deux génotypes répondent à une carence en P en augmentant leur capacité d'excrétion de protons (cf objectif 1.1.) ; cette réponse est plus marquée chez le génotype présentant la plus grande efficacité d'acquisition de P. Nous sommes convenus de tester plus avant ce phénomène dans une gamme plus large de génotypes de blé tendres australiens et de blé dur français. Ces recherches sont d'autant plus intéressantes à poursuivre qu'elles offrent la perspectives d'identification de critères relativement simples de criblage de génotypes (pH de la solution en culture hydroponique), en vue de sélectionner des génotypes adaptées à une agriculture à faible intrant (Australie) ou visant une réduction sensible des intrants (agriculture raisonnée en France).

- *Objectif 1.1.*

Les recherches conjointes conduites entre notre UMR et l'équipe de PROF Zed RENGEL (UWA – SSPN) sur la réponse des plantes à la carence phosphatée ont porté de façon plus complète sur des légumineuses à graine (haricot) ou fourragère (medic), en symbiose ou non avec des bactéries fixatrices d'azote. Les résultats obtenus pour les plantes non symbiotiques sont dans la droite ligne des résultats évoqués quant au blé, à savoir excrétion accrue de protons (acidification de la rhizosphère) sous carence en P (Tang et al., 2001a et b). Le caractère assez général de ce comportement chez les plantes cultivées a été discuté dans le cadre d'une publication de synthèse bibliographique rédigée conjointement par nos deux équipes en 2002 (Hinsinger et al., 2003).

Cependant, nos travaux conjoints ont montré que ce comportement n'est pas systématiquement observé chez les légumineuses fixatrices d'azote, qui ont par ailleurs des besoins particulièrement élevés en P. Ma visite a été précisément l'occasion de finaliser la publication des résultats de ces travaux menés en collaboration avec DR Caixian TANG (UWA – SSPN) sur la réponse d'une légumineuse à graine (haricot) à la carence phosphatée, en fonction de la source d'azote utilisée (minérale ou gazeux, via fixation symbiotique). Ces travaux ont été conduits sur un plan expérimental fin 1999, lors du séjour de DR Caixian TANG (UWA – SSPN) dans notre UMR et ont reposé sur l'emploi de plusieurs techniques de mesures originales, notamment la vidéodensitométrie. Cette technique repose sur l'emploi d'indicateurs colorés couplé à une numérisation de l'information en vue de quantifier les variations de pH observées par analyse d'images. Cette dernière phase du travail n'a malheureusement pu être menée à son terme qu'en 2001.

L'année 2002 a été mise à profit pour rédiger une publication en commun et pour faire une communication orale commune (présentée par DR Caixian TANG) dans le cadre du Congrès Mondial de Sciences du Sol de Bangkok (août 2002), plus précisément du Symposium Rhizosphère que j'y ai organisé, en tant que responsable du Groupe de Travail 'Rhizosphère'

de l'IUSS (International Union of Soil Sciences). Ma visite a été l'opportunité de parachever cette publication qui a ensuite été soumise fin 2002 à la revue *Plant and Soil*, qui doit publier fin 2003 un numéro spécial consacré au Symposium Rhizosphère de Bangkok. Il est prévu que je présente une communication orale de synthèse de nos travaux communs sur la réponse des légumineuses à la carence en P dans le cadre du 2nd International Symposium on Phosphorus Dynamics in the Soil-Plant Continuum qu'organise PROF Zed RENGEL (UWA – SSPN) à Perth en septembre 2003.

- **Objectif 1.2.**

Un autre volet de la collaboration franco-australienne dont j'ai la responsabilité concerne l'adaptation des plantes cultivées aux contraintes physico-chimiques des sols acides. Outre les points déjà évoqués plus haut (toxicité aluminique), nos collaborations concernent aussi la question de l'adaptation de la luzerne (*Medicago sativa*) à ces sols. En effet, la salinisation des terres agricoles dans le Western wheatbelt et diverses autres régions agricoles est un problème considérable auquel doit faire face l'Australie. Dans ce contexte, l'utilisation de la luzerne pourrait être une solution agronomique intéressante pour rabaisser le niveau des nappes salées, grâce à l'enracinement pivotant puissant de cette espèce. Cependant, nombre de ces sols sont très acides et limitent ainsi la croissance de la luzerne en situation de symbiose fixatrice d'azote. Un CRC (Cooperative Research Centre) a été mis en place sur cette vaste thématique de recherche en Australie : CRC for Plant-based Management of Dryland Salinity. Mon séjour a été l'occasion d'une brève rencontre avec Dr Mike EWING (UWA) qui dirige ce CRC. Nous avons évoqué des possibilités de renforcement de nos collaborations dans le futur, notamment avec Dr Jean-Jacques DREVON au sein de mon UMR, qui travaille depuis de nombreuses années sur l'adaptation des légumineuses et de la symbiose fixatrice d'azote à la salinité, en partenariat avec différents pays de l'Afrique Méditerranéenne (Maghreb, Egypte) et du Moyen-Orient.

Sur cette thématique, notre UMR a collaboré principalement avec le groupe de Prof Graham O'HARA (Murdoch University, Perth) au sein du Centre for Rhizobium Studies (CRS), dont les travaux sur la luzerne s'inscrivent dans le CRC évoqué ci-dessus. Les microbiologistes de ce groupe s'intéressent à l'adaptation de la microflore symbiotique (bactéries fixatrices d'azote) aux contraintes physico-chimiques imposées par le milieu-sol, notamment aux contraintes liées à des pH acides ou alcalins. Notre collaboration avait été amorcée en 2001, lors du séjour de 3 mois d'une doctorante de Murdoch University, Yvonne CHENG (avril-juillet 2001) dans notre UMR, financé par l'Ambassade de France à Canberra. Ce travail a porté sur la mesure du pH rhizosphérique chez deux espèces de luzernes pour tester l'hypothèse suivante : la difficulté de nodulation de *Medicago sativa* en sols acides serait due à des conditions de pH plus acides localement, au niveau de la rhizosphère, que chez *Medicago murex* et, ainsi, moins propices à l'infection par des bactéries fixatrices d'azote. Des travaux antérieurs de l'équipe de Prof Graham O'HARA (Murdoch University, CRS) avaient en effet permis de sélectionner des souches de rhizobia capables de se développer à pH acide et de former des nodosités fixatrices avec certaines espèces du genre *Medicago* (e.g. *Medicago murex*). Cependant en inoculant la luzerne (*Medicago sativa*) avec ces mêmes bactéries, la nodulation demeure faible en sols acides, suggérant une différence davantage lié au fonctionnement de la plante hôte.

Les mesures réalisées sur sol et sur gel d'agarose incluant un indicateur coloré (technique de vidéodensitométrie précédemment évoquée) lors du séjour de Yvonne CHENG (Murdoch University, CRS) dans notre UMR convergent vers une première validation de l'hypothèse mentionnée plus haut : la difficulté de nodulation de *Medicago sativa* en sols acides serait due à une acidification accrue ou alcalinisation réduite de sa rhizosphère, comparativement à

Medicago murex. Ce travail commun a été présenté par Yvonne CHENG (Murdoch University, CRS) lors de l'Australian Nitrogen Fixation Conference à Adelaide en septembre 2002. L'année 2002 a également été mise à profit pour mettre en forme nos résultats et rédiger une publication. Ma visite a été l'opportunité de finaliser la rédaction de cette publication de nos recherches conjointes avec Yvonne CHENG et PROF Graham O'HARA. Cette publication a depuis été soumise à la revue *Soil Biology and Biochemistry*.

Ma visite a également été l'opportunité de discuter des pistes de recherches qu'elle a ouvertes et de l'éventualité de poursuivre cette collaboration dans le cadre d'un séjour post-doctoral de Yvonne CHENG dans notre UMR en 2004 (sa thèse devant être achevée d'être rédigée à l'automne 2003).

- **Objectif 2.**

Le second objectif de ma mission a consisté à rencontrer de futurs partenaires potentiels, notamment parmi ceux travaillant dans d'autres contextes que les écosystèmes cultivés : écosystèmes naturels (équipe de PROF Hans LAMBERS (UWA – Plant Science)) ou forestiers (équipe de DR Zhihong XU (Griffith University – Brisbane)).

Mon séjour à l'UWA à Perth m'a permis de rencontrer PROF H. LAMBERS, Editeur de la revue *Plant and Soil* et Directeur du Department of Plant Science de l'UWA et quelques-uns de ses collaborateurs, écologues et écophysiologistes : notamment Dr Eric VENEKLAAS et Dr Pauline GRIERSON qui s'intéressent en outre à l'adaptation de la flore native aux sols australiens caractérisés par une pauvreté extrême et chronique en éléments nutritifs, notamment en P. Nous avons discuté des recherches qu'il conduisent sur la rhizosphère dans l'idée de mieux comprendre l'aptitude diverse des espèces endémiques du Western Australia à assurer leur nutrition phosphatée dans des sols aussi pauvres. Leurs travaux sur les particularités des racines protéoides des Protéacées sont tout à fait remarquables et suggèrent un rôle majeur d'exsudats racinaires tels qu'anions organiques plus ou moins complexants (notamment, citrate, malate) et enzymes de la famille des phosphatases. Des perspectives assez évidentes de collaboration pourraient aisément être dégagées, compte tenu des travaux engagés dans notre UMR sur ce type d'exsudats chez des racines de jeunes arbres forestiers ectomycorhizés : travaux de Dr Claude PLASSARD et Dr Hervé QUIQUAMPOIX dans notre groupe.

La rencontre de collègues du CRC for Sustainable Production Forestry, à l'invitation de DR Zhihong XU (Griffith University – Brisbane), était également motivée par l'identification de perspectives de collaboration dans le contexte de l'adaptation des arbres forestiers à la carence en P qui constitue un des axes majeurs de recherche de notre UMR. Une large part des travaux de ce groupe concerne le 'hoop pine' (*Araucaria cunninghamii*), une espèce endémique particulièrement adaptée aux sols pauvres en P du sud du Queensland (limite de la zone climatique sub-tropicale). Les compétences développées dans ce groupe en matière de spectroscopie RMN ainsi que sur les activités phosphatasiques dans la rhizosphère d'arbres forestiers (travaux de Dr Chengrong CHEN) laissent entrevoir des possibilités de collaboration, notamment avec Dr Claude PLASSARD et Dr Hervé QUIQUAMPOIX dans notre UMR. Une courte visite de DR Zhihong XU à Montpellier est prévue fin juillet 2003 pour en préciser les tenants et aboutissants.

Publications antérieures (les noms soulignés sont ceux de collaborateurs australiens)

- Hinsinger P., Plassard C., Tang C. et Jaillard B. 2003. Origins of root-induced pH changes in the rhizosphere and their responses to environmental constraints: A review. *Plant and Soil*, 248 : 43-59.
- Tang C., Hinsinger P., Drevon J.J. et Jaillard B. 2001a. Phosphorus deficiency impairs early nodule functioning and enhances proton release in roots of *Medicago truncatula* L. *Annals of Botany*, 88 : 131-138.
- Tang C., Hinsinger P., Jaillard B., Rengel Z. et Drevon J.J. 2001b. Effect of phosphorus deficiency on the growth, symbiotic N₂ fixation and proton release by two bean (*Phaseolus vulgaris*) genotypes. *Agronomie*, 21 : 683-689.

Publications finalisées dans le cadre de l'AAP2002

- Cheng Y., Howieson J.G., O'Hara G.W., Watkin E.L.J., Souche G., Jaillard B. et Hinsinger P. 2003. Proton release by roots of *Medicago murex* and *Medicago sativa* growing in acidic conditions, and implications for rhizosphere pH changes and nodulation at low pH. *Soil Biology and Biochemistry* (soumis fin décembre 2002, accepté avec révisions mineures).
- Tang C., Drevon J.J., Jaillard B., Souche G. et Hinsinger P. 2003. Proton release of two genotypes of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) as affected by N nutrition and P deficiency. *Plant and Soil* (soumis fin décembre 2002).

Eric PENOT

CIRAD-TERA Programme REV
CIRAD, Av Agropolis, 34398 Montpellier
eric.penot@cirad.fr

Titre : Identification de themes de recherche et de partenaires potentiels dans le cadre de la Gouvernance et Recompositions Territoriales en Asie et dans le Pacifique.

Remerciements

Je tiens tout particulièrement a remercier ici Mrs Pascal Perez (CIRAD-CA), Robert Lifran (INRA) et Colin Barlow (ANU) qui ont grandement contribué au succès de cette mission par leur implication, leurs connaissances de l'ANU, leurs contacts et leur aide logistique et permanente dans l'organisation de cette mission.

Je tiens également à remercier l'Ambassade de France, et particulièrement Mr Alain Moulet, qui a permis le financement de cette mission exploratoire. Enfin je remercie, Geert van Vliet et Fabienne Chambon (CIRAD/TERA) qui on fait tout leur possible pour apporter le financement complémentaire nécessaire à cette mission.

1 introduction

Cette mission exploratoire a été réalisée du 2 au 17 décembre 2002. Les institutions visitées ont été l'Université de Melbourne, l'ANU (Australian National University) et l'ACIAR. Des contacts on été pris également avec l'Université d'Adelaide (en la personne de Lesley Potter). La mission a été réalisée grâce à l'aide soutenue et à la présence de Pascal Perez (CIRAD-CA) et Colin Barlow (ANU) qui ont grandement contribué à la mobilisation des contacts et à l'identification des personnes ressources dans cette institution importante qu'est l'ANU.

Les objectifs de cette mission sont multiples :

- connaître les thèmes de recherche et les priorités des institutions australiennes (Asie du Sud-Est et Pacifique),
- Discuter avec les chercheurs et décideurs afin d'identifier des thèmes de recherche communs sur l'Asie du Sud-Est et le Pacifique.
- identifier les structures susceptibles d'accueillir un poste type « visiting scientist » ou similaire
- explorer les possibilités de financement partiel de ce poste et certains sources de financement possible des activités de recherche.

La mission a été co-financée par l'Ambassade de France en Australie à Canberra dans le cadre du projet de coordination sur le soutien des projets scientifiques franco-australiens et par CIRAD-TERA (programme REV). Ce rapport présente les institutions visitées, leurs mandats de recherche et leurs principales priorités, les personnalités rencontrées et les thèmes de recherche communs.

La visite de la présidence CIRAD associée à INRA et CNRS fin novembre début décembre a débouché sur la signature d'un accord global de coopération France-Australie qui donne un premier cadre d'intervention pour une collaboration future entre les institutions françaises et australiennes.

2 Un contexte institutionnel riche

L'Australie est un partenaire potentiel extrêmement intéressant par la diversité et la qualité de ses institutions et les priorités sur l'Asie du Sud Est et sur le Pacifique. Les travaux de recherche sont très nombreux et complémentaires des activités actuelles du CIRAD en Asie du Sud est (35 chercheurs dont 18 au Vietnam) et dans certains zones du pacifique (10 chercheurs TOM compris).

Par ailleurs, l'intervention française dans ces deux zones est également très diversifiées (IRD, CIRAD, CNRS) avec la présence d'instituts internationaux (ICRAF, CIFOR, CGPRT, IRRI, IBSRAM, SEARCA, etc....) qui permettent d'espérer un développement d'activité en réseau du fait d'une présence critique suffisante de chercheurs et d'institutions.

L'alliance avec certains de ces partenaires peut également déboucher comme cela avait été le cas dans le passé par des financements communs. L'agence ACIAR peut par exemple être un nouveau partenaire pour la recherche de co-financements. Le co-partenariat et les co-financements sont une condition sine-qua-non du développement puis du maintien durable de nos activités actuelles ou nouvelles à moyen terme.

3 Les enjeux régionaux en Asie du Sud-Est et Pacifique

Dans le contexte du Sud-Est asiatique, de grand enjeux sont en cours liés à la déforestation, aux front pionniers, à la durabilité technique mais aussi économique des systèmes de production basés sur les cultures pérennes (café, hévéa, plamier à huile, aujourd'hui, cacao, vanille, fruitiers...) mais aussi sur les cultures annuelles et la stabilisation de l'agriculture sur brûlis, au foncier et aux nouvelles politiques de décentralisation dans des contextes de crise ou post crise.

Sur le plan « durabilité écologique » : les question principales portent sur les problèmes de fertilité de terres dégradées ou fragiles, les systèmes de culture qui peuvent y répondre (agroforesterie, SCV, etc ...), la protection des bassins versants, la diversification des systèmes de production et les dynamiques de changement techniques particulièrement rapide. Sur le plan durabilité économique : rentabilité des choix techniques (analyse des marges , des revenus mais aussi des productivités du travail par activité dans une perspective d'analyse au niveau des systèmes d'exploitations , voire régional et non seulement au niveau de la parcelle..) et diversification des cultures et des stratégies paysannes (le cas des cultures pérennes en particulier avec les très fortes dynamiques de plantation/replantation enregistrées dans ces zones ..) sont à l'origine de la plupart des stratégies paysannes.

Les effets sur le foncier, les recompositions territoriales et les relations avec les autres acteurs que ceux de la production deviennent également majeurs dans des contexte de crises (post-boums sur les cultures pérennes) ou de décentralisation (nouvelle gouvernance).

On retrouve en partie ces thèmes dans le Pacifique, à plus petit échelle et dans le cadre d'un insularité très forte. Les marchés sont souvent des marchés de niche. La connaissance de la diversité des producteurs et de leurs stratégies en fonction des spécificités de l'insularité est aussi un préalable important à toutes action.

Innovation et changement technique

Un meilleur suivi des processus d'innovations et une meilleure analyse socio-économique à faire de l'ensemble de ces systèmes de production qui les mettent en œuvre pour mieux en connaître les possibilités d'adoption, de ré-appropriation par les petits planteurs ou paysans locaux. Des négociations entre acteurs et une meilleure connaissance des relations Etat-paysans apparaissent indispensables pour augmenter l'efficacité des projets ou actions de développement en cours ou futures.

Un accompagnement social de la mise en œuvre des techniques et une analyse fine économique des choix incluant la puissance d'outils de prospective pour bâtir des scénarios d'aide à la décision sur des variations de prix ou de production (incluant les aléas climatiques ...), ou de choix techniques apparaissent nécessaires pour améliorer l'efficacité des actions en cours ou à venir.

Le principal objectif de cette thématique de recherche centrée sur l'aide à la décision sur les systèmes de production serait donc de fournir tous les éléments techniques, en relation directe avec les équipes déjà sur place qui le souhaiteraient (et de nouvelles à développer ...), et socio-économiques, permettant d'améliorer l'aide à la décision des décideurs politiques en matière de développement agricole). Les facteurs d'évolution et les discriminants à prendre en compte sur la durabilité du développement de ces filières tiennent compte des contextes particuliers¹.

Les grandes thématiques que sont l'impact de la décentralisation, la mondialisation et ses effets sur les prix, l'impact sur les économies locales des politiques publiques et bien sur les thématiques environnementales (biodiversité, développement durable etc..) sont devenues incontournables. Il y a donc nécessité de d'analyser les problèmes de cohérence entre demande sociale (incluant processus d'innovations et changement technique), intervention des états (les relations Etat-paysans et celles entre le monde de la production et les marchés), les thématiques de recherche développées par nos partenaires et les besoins des acteurs en général. Ceci peut d'ailleurs se faire au niveau d'une petite région, voire d'un bassin versant important en prenant compte les différents niveaux d'intervention (systèmes de production, expérimentation de systèmes de cultures et systèmes agraires).

Les attendus d'un tel thème sont de répondre aux enjeux cités dans la problématique et les objectifs, d'avoir une certaine opérationnalité dans les projets en cours et au niveau des décideurs et de pouvoir assurer une valorisation scientifique des travaux en commun : à savoir i) anticiper les problèmes (par exemple : les phases cycliques négatives des booms, les baisses de fertilité/productivité dues à la surexploitation, les externalités négatives... ii) proposer des alternatives (de l'itinéraire technique aux innovations organisationnelles...) et iii) mieux accompagner les choix techniques des décideurs en matière de politique agricole....

L'idée principale est d'avoir une vue d'ensemble, un raisonnement global : avec une identification claire des lacunes et des opportunités et de pouvoir promouvoir des interventions plus généralistes qui lient la demande sociale, les acteurs, les opérations de développement et les chercheurs. Il y a bien sûr un objectif final d'opérationnalité dans les actions en cours ou à venir et une valorisation scientifique à mettre en œuvre en équipe dans le cadre d'une animation scientifique autour des principaux thèmes cités.

¹ Une comparaison Vietnam, Cambodge, Thaïlande, Indonésie enrichirait cette problématique pour une meilleure aide à la décision par rapport aux dynamiques présentées ci-dessus...

Une problématique de recherche pourrait s'orienter sur un plan scientifique et stratégique sur la question de ré-internalisation des coûts de la déforestation, de la dégradation de l'environnement selon les systèmes choisis ou préconisés dans une logique initiale de front pionniers puis, avec le temps, de post pionniers, des coûts de la croissance en général. La dimension « épaisseur du temps » est importante dans ce type d'analyse même si les phases de cycles économiques peuvent être très rapides.

Ceci pose en fait la question du coût réel de la croissance dans ces conditions de boucles cycliques...quelle type de croissance ?, pour quels acteurs ? quelles en sont les externalités (positives et négatives..) ? : en se concentrant sur les filières pérennes qui illustrent bien les fortes dynamiques en cours.

Indirectement, la redistribution de cette croissance sur les différents acteurs des filières restent un point important pour la compréhension des dynamiques et éventuellement non seulement les accompagner mais aussi, dans une certaine mesure les prévoir, sous forme de scénarios permettant d'encadrer la définition de politiques agricoles... L'impact de la mondialisation sur les planteurs et sur les filières et sur leur croissance interne (logique interne de développement dans un contexte en évolution), les effets des politiques de décentralisation concourent également à cette analyse

Les outils

Des outils de compréhension du fonctionnement des exploitations agricoles via la simulation, tel le logiciel « Olympe » (INRA/CIRAD) permettant une analyse prospective en fonction de choix techniques, ou de scénarios de prix (voire des scénarios écologiques, avec la prise en compte d'années El Nino par exemple pour tester la robustesse des choix techniques ou leur adaptabilité à de nouvelles conditions²...) .. sont essentiels pour l'aide à la décision des décideurs en matière de développement qui implique également des négociations entre acteurs importantes. L'utilisation de cet outil a d'ailleurs intéressé un certain nombre de chercheurs australiens.

Les niveaux de travail peuvent être multiples : collectivités locales (communautés locales), régional, national ou international...Le niveau privilégié d'action de base peut être celui du paysan et de son contexte (niveau régional) tout en incluant des éléments de comparaison (au niveau international) et des éléments de choix de politiques de développement au niveau national.

Des outils ont été développés par le CIRAD en ce sens depuis plusieurs années et qui ont été validés par des expériences de terrain. Outre l'approche participative et l'expérimentation en milieu paysan, des outils d'aide à la décision tel que SIG, Système multi-agents (SMA) et modélisation des exploitations agricoles (Olympe) permettent de répondre en partie à ces enjeux et de pouvoir mieux organiser le processus de développement et voir avec les différents acteurs les discriminants importants d'évolution vers tel ou tel scénario. Dans tous les cas, l'intégration des données permet une meilleure compréhension des stratégies et des modes de prises de décision des acteurs. La multi-disciplinarité et l'appel aux compétences extérieures avec des équipes déjà partiellement sur place est nécessaire. Une telle approche me paraît être un axe stratégique important.

² Le cas de la filière café au Vietnam est exemplaire sur ce sujet avec la nécessité de se doter des outils prospectifs permettant des choix multiples plus adaptés à de nouvelles conditions économiques de production

Fonctionnement

Un fonctionnement en réseau permettant de valoriser toutes les expériences précédents ou en cours paraît indispensable afin de permettre une offre riche et efficace.

4 Resultats et perspectives

4.1 Université de Melbourne

Deux personnes ont été rencontrées: Dr Sisira Jayasurya et Dr Howard Dick (elles sont présentées en annexe 2).

L'ancien «Melbourne Institute » publiait le « **Asian Business Centre Working Paper Series** »,remplacé maintenant par le « **Asian Economics Working Paper Series** » publié par le Department of Economics of the University of Melbourne.

Son ancien directeur, Mr John Malcolm Dowling, a été remplacé en 2001, par le directeur actuel : Mr Sisira Jayasuriya, Department of Economics, University of Melbourne, Vic 3010, AUSTRALIA. Dr Jayasurya a longtemps travaillé en collaboration avec Colin Barlow dans les années 1980/90 sur les filières cultures pérennes (hévée et palmier à huile.....). Il reste une personne ressource importante sur ce sujet.

Dr Howard Dick est économiste au Department of management . Il est l'auteur d'un livre récent sur l'histoire de l'Economie de l'Indonésie « the emergence of a national Economy » (economic history of Indonesia : 1800-2000), (Ce livre a été acquis). Ses domaines de compétence sont : corruption économique, Asian business, développement institutionnel, logistique globale, urbanisation en Asie du Sud est (Indonésie, Japon et Asie du Sud-Est).

4.2 ANU (Australian National University)

L'ANU est la plus grande Université australienne. Elle est basée à Canberra. Si les Universités d'Etat travaille beaucoup sur l'Australie, ANU a une vocation nettement internationale orienté sur Asie du Sud-Est et Pacifique.

4.2 1 Le RSPAS : Research School of Pacific and Asian Studies

<http://rspas.anu.edu.au/>

Le RSPAS est le Research School of Pacific and Asian Studies avec 9 disciplines majeures : anthropologie, archéologie, économie, histoire, géographie humaine, relations internationales, langues, sciences politiques et étude sur la défense. La richesse multidisciplinaire en fait un espace de travail très riche (120 personnes). Le RSPAS et les principaux chercheurs rencontrés sont présentés dans l'annexe 3. Il fonctionne comme un observatoire des changements techniques, sociaux, économiques et politiques au sein de contextes en pleine recomposition dues à la globalisation et aux processus de décentralisation.

L'accueil par Jim Fox (Directeur RSPAS) et Darell Tryon (Directeur adjoint RSPAS) a été très chaleureux. Ils sont visiblement intéressés à renforcer les liens avec le CIRAD suite à la première expérience de collaboration réussie avec P Perez (depuis 3 années maintenant). J'ai pu également rencontré Mr Harold Brookfield qui gère un gros projet de caractérisation des systèmes de production au niveau mondial pour les Nations Unies.

Le RSPAS accueille aussi le Projet Indonésie « Indonesian project ». Les chercheurs de ce groupe sont connus depuis les années 1990 pour la qualité de leurs travaux, en particulier en Economie avec C Manning et Hal Hill.

Indonesia project

<http://rspas.anu.edu.au/economics/ip/default.html>

Les contacts sont les suivants :

Chris Manning

Head tel : 6125 3885 chris.manning@anu.edu.au

Spécialiste de l'économie indonésienne et Asie de l'Est : marchés du travail, développement régional et réduction de la pauvreté.

Hal Hill

Acting Project Head, Professor of Southeast Asian Economics

Tel 6125 3095 hal.hill@anu.edu.au

Professeur d'économie auteur de nombreux ouvrages de références sur l'économie indonésienne.

Ross H McLeod

Editor, BIES

Tel : 6125 2370 ross.mcleod@anu.edu.au

Non rencontré.

Budy P. Resosudarmo

Research Fellow

Tel : 6125 2244 budy.resosudarmo@anu.edu.au

S'intéresse plus récemment à l'exploitation forestière illégale en Indonésie.

Contact :

Indonesia Project, Division of Economics ,The Australian National University Canberra ACT 0200

Indonesia.Project@anu.edu.au

Ph: 61 2 6125 3794

Fax: 61 2 6125 3700

Il existe aussi le « Indonesia study group » contact :

<http://rspas.anu.edu.au/economics/ip/isg.html>

Les contacts sont les suivants :

Department of Human geography

Michael Bourke

Department of Antropology

Dr Andrew Walker

email: andrew.walker@anu.edu.au

phone: 6125 3280

People ,land management and environmental change

<http://www.unu.edu/env/plec/>

Department of Economics:

Hill, Professor Hal
hal.hill@anu.edu.au

Manning, Dr Chris
chris.manning@anu.edu.au

Resosudarmo, Dr Budy P.
budy.resosudarmo@anu.edu.au

4.2.2 Le RMAP (Ressource management in Asia Pacific)

Pascal Perez, CIRAD-CA/GEC y est détaché depuis 2 ans et travaille plus particulièrement autour d'une petite équipe multidisciplinaire. Cette équipe est centrée autour de

Dr Colin Filer, directeur RMAP, RSPAS

Dr Liz Peterson, PSPAS

Dr Andrew Walker, RSPAS

Dr Fadzilah Cooke, RSPAS

Les profils des chercheurs sont présentés en annexe 2. Les discussions ont portés sur les travaux de recherche actuels et éventuellement communs :

politique de gestion des ressources en Mélanésie/Pacifique (C Filer) et en particulier sur la réhabilitation des zones minières dégradés,

anthropologie sociale et étude d'impacts : en Thaïlande et au Laos avec A Walker

économie environnementale, modélisation systèmes de production et analyse des risques avec L Peterson

Industrie du palmier à huile au Sarawak avec F Cooke.

J'ai pu également rencontré des géographe et en particulier :

Michael Bourke (précédemment rencontré en Indonésie en 1997) avec des travaux remarquables sur la Papouasie Nouvelle-Guinée (édition d'un ouvrage de référence par ACIAR et d'un atlas (Rural Development Handbook).

Kathrin Gibson, spécialisée dans les organisations de producteurs et petits planteurs, palmier à huile, en Papouasie NG.

4.3 Le NCDS (National centre for Development Studies)

Le NCDS a été fusionné avec l'APSEM (Asian Pacific School of Economic Management).

Contacts

Dr Robert Lifran, chercheur INRA/LAMETA détaché pour un an, NCDS

Dr Andrew Mac Intyre, directeur (récent) NCDS, spécialiste de l'Indonésie

Dr Padma Narsey Lal, chercheur NCDS

Dr Jeff Bennet, Professor, NCDC

Une rencontre rapide avec le nouveau directeur A. Mc InTyre a montré que le NCDS ets potentiellement intéressé par une collaboration si celle ci est recherchée ou souhaitée par un ou des chercheurs du NCDS. Le NCDS a une structure un peu particulière au sein de l'ANU (qui lui demande de financer la quasi-totalité de ses activités). C'est donc une structure très opérationnelle et en permanence à la recherche de financement. Robert Lifran, le second français de l'INRA LAMETA (Montpellier) détaché à ANU, est rattaché au NCDS. Une discussion intéressante a pu être menée avec Jeff Benett, spécialiste de l'économie

environnementale et des analyses coûts-bénéfices environnementaux des produits non marchands. Un projet développé au Vietnam sur les eaux souterraines est en cours. Le NCDS est intéressé par les problèmes de développement durable sous les aspects environnementaux. L'agroforesterie et les dynamiques forestières «et agro-forestières sont des sujets potentiellement intéressants.

L'entretien avec Padma Narsey Lal, chercheur NCDS, a porté sur ses activités dans le domaine de la gestion des ressources naturelles, le développement agricole et l'approche multidisciplinaire (Terrains : Fidji et Pacifique).

4.4 Divers

Des contacts ont également été pris avec d'autres chercheurs qui travaillent sur l'Indonésie, en particulier E Aspinall du « Department of Political and social change ».

Department of Political and social change
Research School of Pacific and Asian Studies
<http://rspas.anu.edu.au/polsoc/>

Edward Aspinall

Spécialiste Indonésie : processus de démocratisation de la société civile en Indonésie, le nationalisme acinaï, les rôles de l'islam et de la politique actuelle indonésienne. Il écrit un livre sur sa thèse.

Les autres chercheurs de cette unité sont :

Dr Christopher Collier

Dr Harold Crouch

Dr Greg Fealy

Dr Ron May's

Dr Aurelia George Mulgan

Dr Steven Ratuva,

Mr Anthony Regan

(Dr Dinnen, Mr Regan and Dr Ratuva are part of the Research School of Pacific and Asian Studies' State, Society, and Governance in Melanesia project)

Une rencontre a été organisée avec Mahen S. Mahendrarajah (Forestry Department), ANU et Dan Etherington.

4.5 ACIAR

Dr Ken Menz, Research Programme coordinator

Dr Ray Trevis

J'avais eu l'occasion de rencontrer le Dr Menz en 1995 au séminaire ICRAF sur *l'Imperata Cylindrica* (Benjarmasin, Indonésie, Janvier 1995). Ken a aussi travaillé sur le logiciel de simulation du comportement des plantations d'hévéas BEAM (en association avec Dr F Sinclair de Bangor University, UK). Il recherche toujours d'ailleurs des partenaires pour une meilleure utilisation de ce logiciel. Une publication ACIAR lui a d'ailleurs été consacrée. Le Dr Gede Wibawa (IRRI Indonésie) pourrait d'ailleurs jouer un rôle dans la promotion de ce produit de recherche. Nous avons évoqué les pistes potentielles de collaboration. ACIAR venant d'être restructurée, il y a indéniablement des possibilités de financement de programme de recherche sur Asie et Pacifique. ACIAR a montré son intérêt en particulier sur trois sujets : les programmes de RD au Vanuatu (cacao) et les petits planteurs d'hévéas au

Cambodge et la relance de la production en Asie du Sud est (Vietnam...). Des projets ultérieurs pourraient leur être proposés.

Conclusion

Il existe des terrains communs, des problématiques communs et des outils et approches à partager qui permettent d'envisager dans le futur une collaboration ANU/CIRAD plus importante dans le futur sur la base de ce qui existe (analyse des systèmes complexes avec P Perez et économie environnementale au NCDS avec INRA). Le nouveau Dean de l'ANU tient tout particulièrement à renforcer les liens internes entre écoles et centres de recherche au sein de l'ANU et une collaboration pourrait être envisagée en étant basée à RSPAS tout en travaillant avec le NCDC par exemple qui semblent les deux structures les plus propices à un travail commun sur les thèmes présentés.

Il a été décidé de faire un texte commun, une sorte de plateforme de thèmes de recherche communs, proposé par le CIRAD et accepté par ANU/RSPAS et NCDS qui permettrait de définir les bases d'une collaboration future. L'ANU, et le RSPAS en particulier est prêt à accueillir un ou plusieurs chercheurs français. Il reste également à obtenir une bourse auprès de l'ARC (il existe différents types de fellowships auquel on peut prétendre) ou d'une autre institution pour un financement complémentaire qui permettrait une expatriation CIRAD.

L'environnement institutionnel, scientifique et technique est particulièrement favorable à une collaboration future. L'Australie, outre son excellence scientifique et les thèmes communs de recherche à développer ensemble, constitue une plateforme idéale pour lancer des projets de recherche sur l'Asie du Sud Est et le Pacifique. ACIAR pourrait dans un premier temps également permettre le financement de certaines opérations de recherche, l'objectif étant de trouver de façon commune (CIRAD/ANU) des co-financements pour la réalisation des opérations de recherche envisagées.

Pascal PEREZ

CIRAD-CA, Programme GEC
CIRAD, Av Agropolis, 34398 Montpellier
pascal.perez@cirad.fr

Titre: Usage multiple des ressources en eau dans les atolls du Pacifique.

Contexte:

Initiée en 2001 avec le soutien de l'ACIAR, de l'ARC et du MAE, l'opération AtollScape vise à simuler la gestion des nappes phréatiques sur l'atoll de Tarawa (Kiribati) et sur l'île de Tongatapu (Tonga) et de proposer des modes de gestion concertés et équitables. L'année 2002 a vu la mise en place de la bourse d'excellence offerte à P.Perez (ARC) et la réalisation du stage d'Anne Dray, élève de l'ENSAR grâce au soutien du MAE. Durant ses 4 mois de présence à Canberra, elle a constitué une remarquable base de données concernant l'atoll de Tarawa et réalise une première version du modèle Multi-Agents. Les procédures administratives nécessaires à la mise à disposition des fonds alloués au projet par l'ACIAR (400 000 AUD) et l'AFD (75 000 euros) laissent espérer un démarrage du travail de terrain dès le premier trimestre 2003. Un premier contact a été établi avec les collègues de l'IRD-Nouméa travaillant sur un sujet voisin (Didier Lille, LATICAL). Mission en France avec Ian White afin d'assurer le montage bilatéral du projet (Juillet 2002). Un article scientifique en préparation.

Objectif:

Les eaux souterraines constituent la principale source d'approvisionnement en eau potable sur l'atoll de Tarawa (République Kiribati) et font l'objet de pressions croissantes qui s'expriment aussi bien en terme quantitatif (démographie) que qualitatif (pollution). Ces pressions viennent mettre en péril la durabilité du système, déjà fragilisé par ses caractéristiques naturelles. Cette étude illustre la conception d'un modèle multi-agent, centré sur la problématique de gestion des ressources en eau, afin d'explorer la dynamique du système et de concevoir de futurs scénarios de gestion dans une optique de gestion concertée et durable. Les principales complexités rencontrées dans la mise en œuvre de la modélisation sont : la représentation de la morphologie du système, la modélisation de processus biophysiques aux échelles de temps et d'espace différentes, l'intégration des dynamiques démographiques. Après une brève présentation du contexte de l'étude, la représentation de l'espace et des dynamiques biophysiques sera analysée puis validée.

L'objectif de l'étude est donc d'arriver à modéliser le système en intégrant les différents niveaux de complexité au sein d'une représentation simple et accessible afin d'ouvrir et de faciliter le dialogue entre les divers acteurs concernés.

La modélisation Multi-Agent a été retenue car elle permet de faire face aux trois complexités majeures du système :

- le premier niveau de complexité concerne la représentation d'un territoire long et exigu sous forme d'une schématisation accessible et compréhensible par le plus grand nombre.
- cette schématisation de l'espace doit ensuite permettre de répondre à la question de la représentation des processus hydrogéologiques, la quantification de l'offre en eau et l'intégration de dynamiques aux échelles spatiales et temporelles distinctes : l'échelle du jour pour le bilan hydrique de surface facilement discrétisable ; une échelle de temps beaucoup plus grande pour les phénomènes de réajustement des lentilles, entendues comme entités spatiales fonctionnelles.

- l'espace doit enfin permettre de représenter la dynamique démographique et intégrer les comportements individuels relatifs aux usages de l'eau (consommation, gaspillages, pollution, etc).

On trouvera en annexe une description du modèle et des premiers résultats.

Publications :

Dray, A. : Modélisation de la gestion des lentilles d'eau douce sur South Tarawa à l'aide des Systèmes Multi-Agents. Mémoire de DAA, PSNGH, ENSA Rennes, 2002, 65 p.

White I., Falkland T., Perez P., Dray A., Jones P., Metutera T., Metai E. : An Integrated Approach to Groundwater Management and Conflict Reduction in Low Coral Islands. In : Proc. Of the International Symposium on low-lying coastal areas. Hydrology and Integrated Coastal Zone Management (9-12 Sept 2002, Bremerhaven, Germany). UNESCO HIP, (*in Press*).

Mots clefs : modélisation de la gestion de l'eau ; couplage biophysique et socio-économique.

Annexe : STRUCTURE DU MODELE ATOLLSCAPE

Architecture du modèle :

entités spatiales actives : les cellules, les lentilles (agrégats de cellules), les îles (agrégats de cellules et de lentilles)

entités sociales : les foyers et l'agent PUB

entités passives et situées : l'occupation du sol et les équipements d'accès à l'eau.

CREATION DE L'ENVIRONNEMENT

Echelle temporelle : le modèle tourne au pas de temps décadaire et les simulations sont limitées à 10 ans.

Echelle spatiale : les îles sont représentées par un ensemble de 2157 cellules. Chaque cellule, de forme hexagonale, représente l'unité élémentaire équivalente à 7307 m² dans la réalité. La forme alvéolaire a été préférée à la forme carrée pour sa propriété d'isotropie, toutes les cellules voisines étant à la distance 1 d'une cellule centrale au niveau de la grille, soit environ 75m dans la réalité. L'erreur globale entre réalité et représentation est de 687 m², largement inférieure à 1% de la superficie totale. La forme des îles n'a été que grossièrement respectée et leur position géographique relative déstructurée. Leur orientation a néanmoins été conservée grâce aux bordures lagon et mer.

Afin de prendre en compte l'hétérogénéité du système et d'intégrer à la représentation ses différentes composantes plusieurs points de vue, accessibles à tout moment de la simulation, ont été créés. Le point de vue « profondeur du sol » permet de rendre compte du gradient de profondeur de sol existant sur chacune des îles ; les profondeurs les plus faibles (30 cm) étant localisées en bordure de lagon et les plus fortes (50cm) en bordure océanique. L'occupation du sol peut prendre trois valeurs différentes : arbre, culture ou sol nu. Chaque cellule se voit attribuer, de manière aléatoire mais conformément aux données terrain, un unique objet « occupation du sol », et non une combinaison des trois dans diverses proportions. Le point de vue « profondeur de lentille » permet de suivre au cours d'une simulation les variations de la profondeur des différentes lentilles sur chacune des îles. Chaque lentille est représentée par un gradient de couleur qui renvoie à différentes izopièzes. Enfin le point de vue « densité de population » permet de visualiser la concentration des foyers sur la grille.

INTEGRATION DES PROCESSUS HYDROLOGIQUES

La modélisation de la dynamique biophysique dans AtollScape permet de répondre à un triple objectif : représenter au mieux la forme et la profondeur des lentilles afin de démarrer les simulations sur des volumes en eau disponible réalistes ; établir un modèle de bilan hydrique au niveau du réservoir sol et enfin répercuter les effets du bilan hydrique sur le réservoir aquifère afin de faire évoluer la forme et la profondeur des lentilles. Le modèle permet en outre l'intégration de processus à des échelles spatiales et temporelles distinctes

Modèle de bilan hydrique (zone non saturée)

Le phénomène de recharge des lentilles est directement influencé par la pluviométrie et le bilan hydrique de surface. La quantité d'eau qui percole à partir des couches superficielles doit donc être estimée correctement. Le modèle de bilan hydrique Watbal élaboré par FALKLAND (1992) et retenu pour AtollScape, est fondé sur des équations de conservation de masse extrêmement simples.

Les deux variables d'entrée sont la précipitation et l'évapotranspiration potentielle. Les principales équations du modèle sont :

$P = E_i + E_s + R + \Delta S$ avec E_i (évaporation à partir des surfaces d'interception), E_s (évapotranspiration à partir du réservoir sol), R (recharge brute de la lentille) et ΔS (variation de la réserve en eau dans le

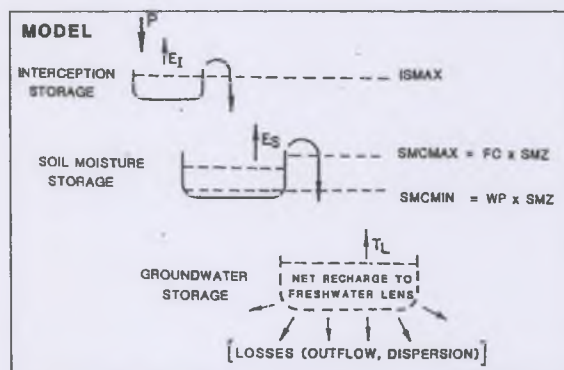
ACTIONS DE COOPERATION FRANCO-AUSTRALIENNES DANS LE DOMAINE DE
"L'AGRICULTURE, LA GESTION DES TERRES ET DES EAUX, ET DE L'ENVIRONNEMENT"
(ATEE)

réservoir sol). L'équation ne contient aucun terme de ruissellement (composante négligée compte tenu du très fort coefficient de perméabilité des sols coralliens).

$P = E - TL + R \pm S$ avec E (évapotranspiration réelle total) et TL (évapotranspiration à partir de la lentille).

$R = P - E + TL \pm S$ avec R (recharge brute de la lentille).

$Rn = P - E \pm S$ avec Rn (recharge nette de la lentille en l'absence de pompage).



Le modèle se décompose en trois réservoirs. La première interception de la pluie se situe au niveau de la végétation. Le second réservoir traduit la capacité en eau du sol et correspond à la zone dans laquelle puise la végétation herbacée ainsi que les racines superficielles des arbres. La demande en eau des plantes qui s'approvisionnent dans cette zone doit être satisfaite avant toute possibilité de drainage vers le toit de la nappe, troisième réservoir. L'eau qui pénètre dans le dernier réservoir correspond à la recharge brute. Le modèle est conçu pour tenir compte de l'extraction de l'eau directement au niveau de la nappe par les racines des cocotiers situées à 2-3 m sous la surface.

Adaptation du modèle de Falkland à AtollScape :

Le modèle de Falkland calcule une unique valeur de recharge à chaque pas de temps en fonction des valeurs de la variable pluie et des paramètres d'entrée globaux. Dans le cas d'AtollScape le bilan hydrique est programmé au niveau de deux classes : la classe « occupation du sol » et la classe « cellule ». Chacune des instances générées par ces classes peuvent ainsi effectuer leur propre partie du bilan hydrique à chaque pas de temps. Cette décomposition permet d'intégrer l'hétérogénéité du système en terme d'occupation et de profondeur du sol, qui sont les deux facteurs conditionnant les résultats du bilan hydrique. Par ailleurs, chaque cellule calcule sa propre recharge et transmet cette valeur à la lentille (niveau d'agrégation supérieure) à laquelle elle appartient. La lentille se charge ensuite de calculer une valeur de recharge moyenne à partir de la centralisation de valeurs de recharge élémentaires. Cette valeur va permettre de réajuster sa forme générale et sa profondeur locale au niveau de chaque cellule de l'agrégat.

Modèle hydrogéologique

La forme et la profondeur des lentilles sont calculées d'après les équations du modèle de VOLKER *et al.* (1985) qui permet le calcul de la profondeur de la lentille (distance entre le toit de la nappe et le milieu de la zone de transition) et le calcul de l'épaisseur de la zone de transition. Des hypothèses fortes sont émises : les écoulements dans les lentilles sont bi-dimensionnels, la recharge est constante et la lentille est supposée dans un état d'équilibre stable. Les équations sont données en annexe.

La valeur de la profondeur H en un point à une distance x du centre de la lentille de largeur L est donnée par l'équation suivante, fondée sur les hypothèses de Dupuit-Forchheimer :

ACTIONS DE COOPERATION FRANCO-AUSTRALIENNES DANS LE DOMAINE DE
"L'AGRICULTURE, LA GESTION DES TERRES ET DES EAUX, ET DE L'ENVIRONNEMENT"
(ATEE)

$$H_- = (q_0 - Q_0) \cdot (L_- - x_-)$$

Avec: $q_0 = f(q, K, _)$ et $Q_0 = f(Q, K, _)$
 q : recharge nette (après prélèvements par les végétaux),
 Q : pompage (via puits, galeries),
 K : conductivité hydraulique de l'aquifère,
 $_$: coefficient fonction des densités d'eau de mer ($_s$) et d'eau douce ($_f$)
 $_ = (_s - _f) / _f$,
 L : rayon de la lentille
 x : distance par rapport au centre de la lentille

La valeur de la hauteur du toit de la nappe h par rapport au niveau zéro est donnée par :

$$h = _ x H$$

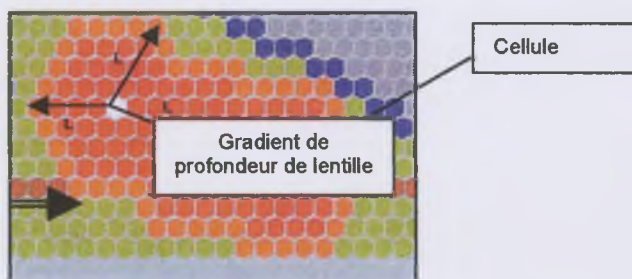
Le calcul de l'épaisseur de la zone de transition Δ est obtenue comme suit :

$$\Delta = [\lambda^{-1/2} \cdot (L_- (q_0 - Q_0)^{-1/2}) \cdot (L_- - x_-)^{1/2} / x] \cdot [1 - (L_- - x_-)^{1/2} / L]^{1/2}$$

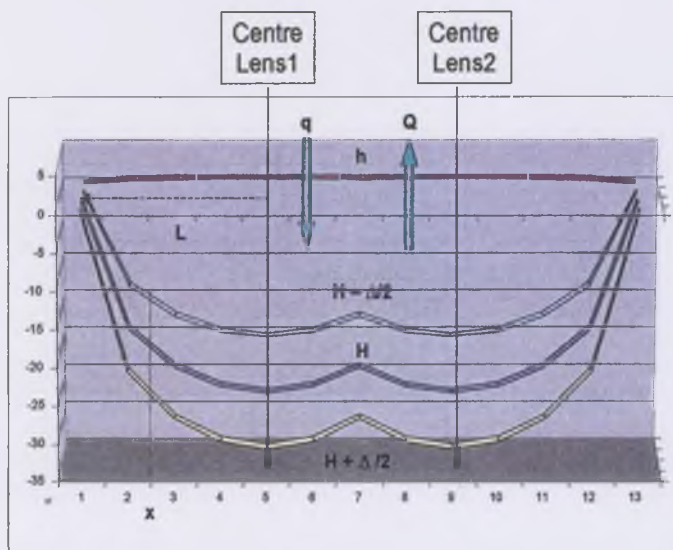
Avec : λ : nombre de Rayleigh défini par Wooding (1964)

Adaptation du modèle de Volker à une représentation en 3D dans AtollScape

La représentation des lentilles selon le modèle de Volker est bidimensionnelle et donne lieu à une schématisation plane sous forme de demi-cercle qui, translaté le long d'un axe de symétrie orienté selon la plus grande longueur des îles, donne naissance à des demi cylindres dont la profondeur est maximale au niveau de l'axe central et nulle au niveau du lagon et de la mer. Cette configuration posant des problèmes de vraisemblance aux extrémités du cylindre, une représentation des lentilles en 3D est adoptée. L'isotropie des cellules hexagonales autorise la création d'une symétrie de type central à l'origine d'isopièzes concentriques. Certaines cellules sont donc prédéfinies comme axe de symétrie centrale et portent le nom de « foyer ». La juxtaposition sur toute la longueur des îles de foyers, espacées d'une distance L , permet donc de respecter la forme hémisphérique des lentilles et de solutionner le problème de continuité aux extrémités des îles. La distance L entre deux foyers consécutifs engendre le chevauchement de certains isopièzes, les cellules correspondantes se retrouvant alors avec différentes valeurs possibles de profondeur. Dans ces cas là, AtollScape retient la valeur de profondeur la plus élevée.



La figure suivante obtenue pour $L = 400\text{m}$ donne une idée de la déformation du plancher des lentilles engendrée par deux foyers concomitants :



Application du modèle de Volker au pas de temps décadaire d'AtollScape

Le modèle de Volker considère la recharge comme un paramètre à valeur fixe compte tenu de l'hypothèse d'état d'équilibre. Or dans notre modèle, la recharge n'est pas un paramètre mais une variable calculée à chaque pas de temps (donc chaque décade) à l'issu du bilan hydrique de surface. La démarche proposée pour faire évoluer les profondeurs des lentilles est la suivante :

1. A l'initialisation, la profondeur des lentilles est calculée sur chaque cellule à l'aide de la formule de Volker.
2. Au cours d'un pas de temps, la recharge calculée au niveau de l'agrégat lentille est renvoyée à chacune des cellules constitutives qui mettent à jour leur attribut « profondeur de lentille » par un simple calcul d'ajustement :
3. A la fin de chaque année, AtollScape calcule la valeur de la recharge moyenne de l'année écoulée par lentille. Le modèle de Volker est alors réutilisé avec cette nouvelle valeur pour redéfinir les profondeurs des lentilles.

INTEGRATION DE LA DYNAMIQUE DEMOGRAPHIQUE

La dynamique démographique est extrêmement simplifiée et réduite. Les actions des foyers se concentrent sur la satisfaction de leur besoin en eau et sur l'évolution de la population.

RESULTATS

Validation de la recharge sur Bonriki

La validation de modèle de bilan hydrique a été menée par comparaison entre les résultats de Watbal et d'AtollScape sur la période d'étude 1990-1999 :

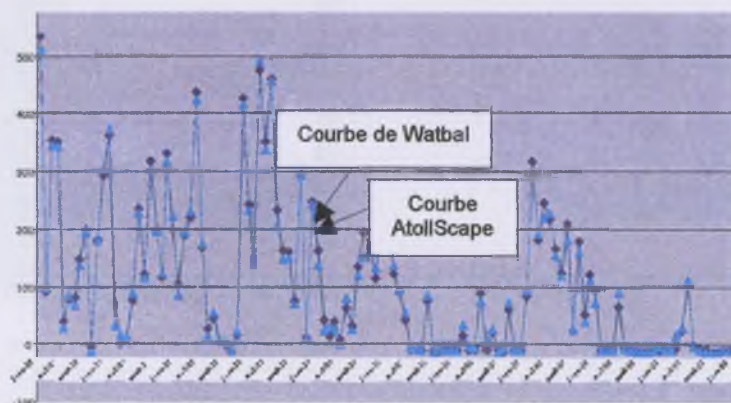
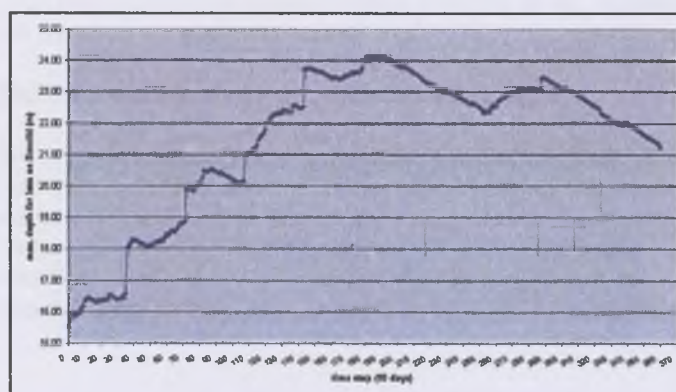


Figure 1 : comparaison des recharges mensuelles calculées selon Watbal et AtollScape

Les deux courbes sont extrêmement bien corrélées. La recharge estimée par AtollScape tend à très légèrement sous-estimer les valeurs obtenues par Watbal, mais les écarts sont très faibles : le cumul des écarts sur 360 simulations est de 1057 mm. Avec Watbal la recharge moyenne annuelle est de 1273 mm, avec AtollScape elle s'élève à 1250 mm. La cohérence du modèle du point de vue de la recharge est donc satisfaisante. Au niveau d'AtollScape, la distribution des paramètres de Watbal et la prise en compte de l'hétérogénéité de l'occupation du sol et de leur profondeur permettent ainsi de restituer des valeurs de recharge en conformité avec les valeurs de référence.

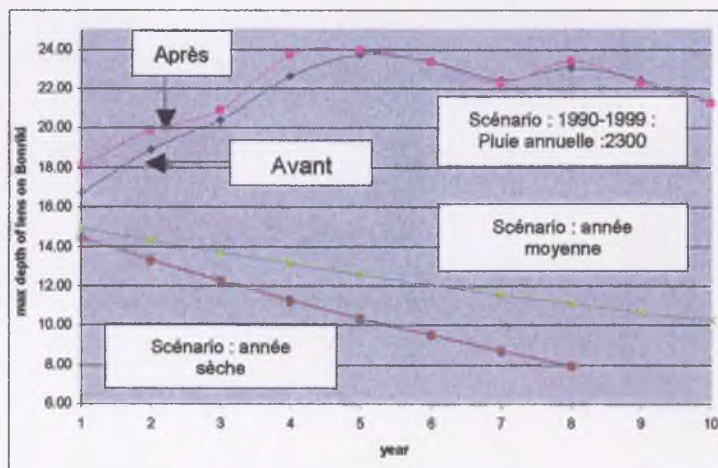
Validation de la profondeur de la lentille sur Bonriki

La deuxième variable dont le calcul et la mise à jour ont fait l'objet d'hypothèses fortes est la profondeur des lentilles, réajustée à la fin de chaque année selon le modèle de Volker. Le graphe ci-après représente l'évolution de la profondeur maximale de la lentille de Bonriki sur 10 années de simulation.



Les valeurs des profondeurs s'étalonnent entre 15.5 et 24.2 m, gamme tout à fait en accord avec les données de la littérature (WHITE *et al.*, 1999a). Par ailleurs, le réajustement de la profondeur tous les 36^{ème} pas de temps est marqué lors des 5 premières années de simulation puis tend à s'estomper par la suite. Le modèle semble nécessiter 5 années d'adaptation avant de pouvoir correctement estimer les profondeurs des lentilles selon le réajustement décadaire.

Le graphe ci-dessous permet d'approfondir la réflexion :



Trois scénarios de simulation dont les variations portent sur les données pluviométriques d'entrée sont analysés :

- le premier scénario consiste à faire tourner le modèle sur le jeu de données pluviométrique de 1990 à 1999,
- le deuxième scénario étudie la réaction du modèle à une succession de dix années de pluviométrie moyenne,
- le troisième scénario étudie la réaction du modèle à une succession de dix années sèches.

L'analyse des courbes du premier scénario révèle la sensibilité du modèle aux données d'entrée, en l'occurrence la série des 10 valeurs de recharge initialisées à 600mm/an. Le modèle requiert cinq ans de simulation pour se stabiliser et minimiser les écarts entre les deux courbes. Il y a donc un phénomène d'amortissement par modification de la série initiale à laquelle sont progressivement intégrées les valeurs réelles de recharge annuelle. Les courbes des deux autres scénarios sont en phase dès la première année de simulation, le jeu de données de pluie étant répétée à l'identique tous les ans et la recharge moyenne annuelle étant négative.

Le scénario « année sèche » s'interrompt à l'issue de la huitième année, le modèle ne pouvant continuer au delà car la lentille de Bonriki est épuisée. Cette estimation de la durabilité de la lentille est plus pessimiste que celle de White (WHITE *et al.*, 1999a) qui fixe à 10 ans l'âge de vie de cette lentille en situation de sécheresse prolongée.

Validation du volume de la lentille de Bonriki

Le calcul de la profondeur de la lentille étant vraisemblable, nous souhaitons vérifier la cohérence du volume de la lentille par comparaison avec les données de la littérature. White (WHITE *et al.*, 1999a) estime à $3.6 \times 10^6 \text{ m}^3$ l'offre en eau potable de la lentille en prenant pour le calcul une profondeur moyenne de 15m et un coefficient de porosité de 0.3. En intégrant le gradient de profondeur créée par AtollScape sur la lentille de Bonriki, le modèle estime à $3.19 \times 10^6 \text{ m}^3$ le volume de la lentille. Ce résultat semble tout à fait acceptable compte tenu de l'ordre de grandeur des valeurs calculées.

Results obtained

Roots, myco-nodules, leaves and soil prospecting:

Two joint missions (CIRAD/IRD/CSIRO) have been organised during July 2002 to prospect myco-nodules in New Caledonia and North Queensland (Australia). A total of 93 samples of plants, roots, myco-nodules, spores and soils have been sampled in New Caledonia (noted K-) and Australia (noted Q-) (Annexe 1).

Morphology and anatomy of myco-nodules:

According to their morphology, myco-nodules can be separated into three groups: - myco-nodules from Sapindaceae, myco-nodules from Casuarinaceae and myco-nodules from Araucariaceae and Podocarpaceae.

Within the Casuarinaceae, three different types of myco-nodules have been identified (Annexe 2). These nodules are organised in the same way. That is to say, a central vascular axis surrounded by cortical cells infected by an endomycorrhizal fungus and rhizodermal cells naturally more or less refringent under the microscope. This organisation is similar to that of nodules induced by *Frankia* sp. in actinorrhizal plants.

In Sapindaceae, Araucariaceae and Podocarpaceae, the presence of fungal infections inside myco-nodules has been observed. Further investigations in this domain are still in progress.

Extraction and purification of putatively myco-nodulating spores:

Two types of morphologically different spores have been isolated from the myco-rhizosphere of *Gymnostoma australianum* (Annexe 3). Isolation of spores from the myco-rhizosphere of *Gymnostoma* spp. from New Caledonia is in progress. In the myco-rhizosphere of Sapindaceae, Podocarpaceae and Araucariaceae, it has not been possible to ascertain the presence of any arbuscular mycorrhizal fungi putatively involved in myco-nodulation.

Molecular characterisation of plant involved in myco-nodules and phylogeny of myco-nodulating fungi:

Comparison of sequences obtained from leaves or cambium and from the plant part of myco-nodules permit to ascertain the identity of the plant partner in myco-nodules. The analysis of fungal rRNA genes permit to evidence within the *Glomus* a cluster grouping only taxon involved in myco-nodulation (Annexe 4). Such clustering related to a plant taxon – Casuarinaceae and a function - myco-nodulation, has never been yet described within arbuscular mycorrhizal fungi.

In vitro myco-nodulation trials:

An inoculation trial using *C. cunninghamiana* cultivated in Gibson's tubes has been set up in LSTM growth chamber in a factorial design with two levels: - plant inoculated or not (control) with crushed *C. cunninghamiana* myco-nodules or two selections of soil born arbuscular mycorrhizal fungi; - plant inoculated or not (control) with *Frankia* and 12 replicates of each treatments. This experiment is now on the way. First results may be available within the next months. We already know that inoculation with spores is uncertain and that the obtaining of mycorrhizal infection and perhaps myco-nodules will be hardly reproducible in such conditions. The obtaining of a pure myco-nodulating strain is still a major objective.

Suitability of the results regarding original objectives

- *Collection of materials (myco-nodules, soils, spores, plants and ecological data) in natural forests in North Queensland and New Caledonia.*

Prospecting permit to collect an important diversity of plant forming myco-nodules. We consider that the first objective has been successfully reached in the time of the project.

- *Histology and Cytology of myco-nodules and myco-nodulating fungal spores.*

Morphological and anatomical studies allowed proposing a classification of myco-nodules. A much more advanced study has been carried out in the Casuarinaceae because of its importance in land reclamation programs and also plant material availability. Two different types of spores involved in myco-nodulation and a wide range of arbuscular mycorrhizal fungus soil born spores have been characterised from our harvests. We consider that the second objective has been successfully reached in the time of the project.

- *Isolation of myco-nodulating strains at the LSTM glasshouse.*

The isolation of a myco-nodulating arbuscular mycorrhizal fungus strain is still under progress. At present, the morphology of spores involved in myco-nodulation is well identified. A last step of purification (*in vitro* single spore inoculation) has to be clear. So, we consider that this third objective is in good way of achievement.

- *Molecular characterisation of fungal (rRNA genes) and plant (rbcL genes) partners and their respective phylogenetic relationships.*

The molecular approach enable to evidence a new distinct group of *Glomus* involve in myco-nodulation of Casuarinaceae. The comparison of *rbcL* and *matK* genes allowed confirming the plant partner involved in myco-nodulation. We consider that the fourth objective has been successfully reached in the time of the project.

- *Comparative infectivity and plant responses to inoculation with spores and crushed myco-nodules.*

Until now, it has not been possible to obtain a pure myco-nodulating strain enabling us to perform an inoculation trial using this type of inoculum. Nevertheless, an *in vitro* inoculum trial is now under progress at LSTM in a tropical growth chamber. In the framework of this trial, crushed myco-nodules and soil born spores of arbuscular mycorrhizal fungi putatively involved in myco-nodulation have been used. We consider that this fifth and last objective has been reached according to our initial restriction.

Publications

CONTESTO Céline (2002) Etude de la myco-nodulation dans la famille des Casuarinacées. Rapport de stage, Université Montpellier II, 36 p. + 6 planches couleurs.

DUCOUSSO Marc, Yves PRIN (2002) Rapport d'une mission en Nouvelle-Calédonie et au Nord Queensland (Australie), 19 juin au 5 juillet 2002. Document CIRAD, 46 p.

DUCOUSSO Marc, Céline CONTESTO, Tanguy JAFFRE, Frédéric RIGAULT, Paul REDDELL, Bernard DREYFUS, Yves PRIN (2001) Molecular and cytological characterisation of a *Glomus* sp. able to induce myconodules in *Casuarinaceae*. 12th International Meeting on Frankia and Actinorhizal Plants, 17-21 June 2001, Carry le Rouet, France.

PRIN Yves, Marc DUCOUSSO, Nicolas PERRIER, Tanguy JAFFRE, Vincent DUMONTET, Frédéric RIGAULT, Céline CONTESTO, Stéphanie BONNAN, Magalie COSSEGAL, Hamid AMIR, Sophie NOURISSIER-MOUNTOU, Marc-Antoine BOUCHER, Fabrice COLIN and Bernard DREYFUS (2003) Mycorrhizal symbioses: their potential for soil rehabilitation and ecological restoration. International meeting: preservation and ecological restoration in tropical mining environments, 15-20 July 2003, Noumea, New Caledonia.

Bernard DREYFUS

Laboratoire des Symbiotes Tropicales et Mediterraneennes (LSTM)
IRD, 34 000 Montpellier
bernard.dreyfus@mpl.ird.fr

Titre: "Exploring the diversity, role and growth impact of myco-nodulating fungi in native Australian and New Caledonian tree species"

Introduction

Symbioses between soil organisms and roots are a common rule in tropical forests. They are involved in the survival and growth of many tropical tree species and presumably in the establishment and maintaining of diversity. A better understanding of these relationships between plant and fungi and their impacts on plant growth has potentially important applications in managing natural forests, in plantation forestry and in rehabilitation of deforested and mined lands throughout the tropics.

Specialised root structures termed 'myco-nodules' have been recorded on roots of a number of tropical tree species. They were described originally in three Southern Hemisphere gymnosperm families, the Podocarpaceae, Araucariaceae and Phyllocladaceae. Recently, similar structures have been described in Angiosperms with reports of their occurrence in some Caesalpinioideae trees from French Guyana and from *Gymnostoma* (Casuarinaceae) in New Caledonia. These myco-nodules contained non-septate, endomycorrhizal fungi that are currently not fully characterised. Myco-nodules appear to be a symbiosis of South Hemisphere (Gondwanan) origin, which are best developed in the tropical Australia-Pacific region.

Initially targeted objectives

Taking into account the state-of-the-art in the field of myco-nodulation and current knowledge in the field of root symbioses, the four objectives listed below have been initially defined:

- Explore the extent of myco-nodulation within the tree species of tropical forest of North Queensland and New Caledonia ;
- Establish the identity of the fungi involved in myco-nodulation;
- Assess the phylogenetic and evolutionary relationships of the tree species and their fungal partners; and,
- Evaluate the impact of myco-nodulation on the growth and development of forest tree seedlings, and thus their potential application in tropical forestry in the rehabilitation of disturbed tropical landscapes.

To fulfil these objectives, it was proposed:

- To organise a field trip to collect materials (myco-nodules, soils, spores, plants and ecological data) in natural forests in North Queensland and New Caledonia;
- To study histology and cytology of collected spores and myco-nodules;
- To intend the isolation of myco-nodulating strains at the LSTM glasshouse;
- To characterise using molecular tools (PCR and sequencing) the plant (*rbcl* genes) and the fungal (*rRNA* genes) partners and to explore the phylogenetic relationships of both partners in their respective taxonomic domain;
- At last, depending mostly on the success of strain isolation, to undertake experimental studies of comparative infectivity and plant responses to inoculation with spores and crushed myco-nodules.

ACTIONS DE COOPERATION FRANCO-AUSTRALIENNES DANS LE DOMAINE DE
"L'AGRICULTURE, LA GESTION DES TERRES ET DES EAUX, ET DE L'ENVIRONNEMENT"
(ATEE)

Annexe 1

List and description of samples collected in the framework of the Reddell-124 project

N°	Sample	Species	Comment
K19	Roots	<i>Litsea</i> sp.	
K23	Myconod. + Roots	<i>Araucaria montana</i>	Top of the mountain (atl. 900 m)
K25	Ecto. + Roots	<i>Acacia spirorbis</i>	No nodule
K27	Leaves	<i>Gymnostoma poissonianum</i>	
K28	Roots	<i>Gymnostoma poissonianum</i>	Same tree as K27
K30	Ecto. + Roots	<i>Tristanopsis guillainii</i>	Ecto (Myrtaceae)
K31	Leaves	<i>Tristanopsis guillainii</i>	Same tree as K30
K32	Ecto. + Roots	<i>Tristanopsis callobuxus</i>	Ecto (Myrtaceae)
K33	Leaves	<i>Tristanopsis callobuxus</i>	Same tree as K32
K34	Roots	<i>Maytenus foumierii</i>	Celastraceae
K35	Leaves	<i>Maytenus foumierii</i>	Same tree as K34
K37	Roots	<i>Nothofagus codonandra</i>	Slope over a river bed
K38	Leaves	<i>Nothofagus codonandra</i>	Slope over a river bed, same tree as K37
K39	Leaves	<i>Carpolepis laurifolia</i>	Myrtaceae
K40	Roots	<i>Carpolepis laurifolia</i>	Myrtaceae
K41	Mycorrhizal roots	<i>Montrouzieria sphaeroidea</i>	Clusiaceae. Plant connection not formally established.
K42	Leaves	<i>Montrouzieria sphaeroidea</i>	Clusiaceae. Plant connection not formally established.
K43	Root bulk	nd	1,2 à 1,5 m deep in rough saprolithe
K44	Root bulk	nd	0,8 m deep in fine saprolithe
K45	Root bulk	nd	0 à 10 cm deep in top soil
K46	Roots	<i>Codia montana</i>	0 à 10 cm deep in top soil
K47	Leaves	<i>Codia montana</i>	Same tree as K46
K48	Leaves + Roots	<i>Boronia koniamboensis</i>	0 à 10 cm deep in top soil
K49	Roots	<i>Boronia koniamboensis</i>	0 à 10 cm deep in top soil
K50	Root bulk	nd	1 m deep
K51	Soil + Roots	nd	0,5 m deep
K53	Leaves	<i>Gymnostoma chamaecyparis</i>	
K54	Roots	<i>Gymnostoma chamaecyparis</i>	Same tree as K53
K55	Soil + Roots	nd	0 à 10 cm deep in top soil

ACTIONS DE COOPERATION FRANCO-AUSTRALIENNES DANS LE DOMAINE DE
"L'AGRICULTURE, LA GESTION DES TERRES ET DES EAUX, ET DE L'ENVIRONNEMENT"
(ATEE)

K56	Soil + Roots	nd	15 à 30 cm deep
K57	Soil + Roots	nd	30 to 300 cm deep and more
K58	Roots + myconod.	<i>Dracophyllum ramosum</i>	
K59	Leaves	<i>Dracophyllum ramosum</i>	Same tree as K58
K60	Soil + Roots	nd	1,2 à 1,5 m deep
K61	Soil + Roots	nd	1 m deep
K62	Roots + myconod.	<i>Guioa bilosa</i>	
K63	Leaves	<i>Guioa bilosa</i>	
K64	Roots	<i>Phyllantus spp</i>	
K65	Leaves	<i>Phyllantus spp</i>	
K67	Roots + feuilles	<i>Casuarina collina</i>	Kone to Koniambo road side
Q2	Roots + myconod	<i>Podocarpus sp</i>	Mt Hypipamee
Q3	Leaves	<i>Agathis atropururea</i>	Longland Gap on Rhyllolite
Q4	Roots + myconod	<i>Agathis atropururea</i>	Longland Gap, connection established with Q3
Q5	Cambium	nd (Sapindaceae)	Longland Gap (no leaf ready for harvesting)
Q6	Roots + myconod?	nd (Sapindaceae)	Longland Gap, connection established with Q5
Q7	Leaves	nd (Sapindaceae)	Longland Gap
Q8	Roots + myconod?	nd (Sapindaceae)	Longland Gap, connection established with Q7
Q9	Roots + myconod	<i>Guioa ?</i>	Longland Gap (no leaf ready for harvesting)
Q10	Full sapling	nd (Sapindaceae)	Longland Gap
Q11	Roots + soil	nd (Sapindaceae)	Longland Gap, connection established with Q12
Q12	Leaves	nd (Sapindaceae)	Longland Gap
Q13	Roots	nd (Sapindaceae)	Longland Gap, connection established with Q14
Q14	Leaves	nd (Sapindaceae)	Longland Gap
Q15	Roots	nd (Sapindaceae)	Longland Gap, connection established with Q16
Q16	Leaves	nd (Sapindaceae)	Longland Gap
Q17	Roots	<i>Geoissis</i>	Longland Gap, connection established with Q18
Q18	Leaves	<i>Geoissis</i>	Longland Gap
Q19	Roots	<i>Castanospora alphandii</i>	Longland Gap, connection established with Q20
Q20	Leaves	<i>Castanospora alphandii</i>	Longland Gap
Q21	Full sapling	<i>Castanospora alphandii</i>	Longland Gap on basaltic soil (different from Q20)

ACTIONS DE COOPERATION FRANCO-AUSTRALIENNES DANS LE DOMAINE DE
"L'AGRICULTURE, LA GESTION DES TERRES ET DES EAUX, ET DE L'ENVIRONNEMENT"
(ATEE)




Q22	Roots + myconod	<i>Castanospora alphanthii</i>	Wongabel Forest, connection established, no leaf ready for harvesting
Q23	Leaves	<i>Agathis sp.</i>	Lake Barrine
Q24	Leaves + roots	<i>Podocarpus sp.</i>	Lake Barrine
Q25	Leaves	<i>Podocarpus sp.</i>	Lake Barrine
Q26	Leaves	<i>Podocarpus sp.</i>	Lake Barrine
Q27	Roots	<i>Agathis sp.</i>	Mobo Creek Crater, Adult tree, connection not established
Q28	Leaves + roots	<i>Agathis sp.</i>	Mobo Creek Crater, sapling in the vicinity of Q27
Q29	Leaves + roots	nd (Sapindaceae)	Mobo Creek Crater, connection established
Q30	Leaves + roots	nd (Sapindaceae)	Mobo Creek Crater, connection established
Q31	Roots	<i>Pandanus sp.</i>	Mobo Creek Crater, in the creek, no leaf
Q32	Leaves + roots	<i>Agathis robusta</i>	Kauri Creek, connection established
Q33	Leaves + roots	<i>Araucaria cunninghamii</i>	Kauri Creek, 15 y-old planting, connection established
Q34	Leaves + roots	<i>Prumnopitis sp.</i>	Mount Louis, young tree, connection established
Q35	Roots + soil	<i>Prumnopitis sp.</i>	Mount Louis, adult tree
Q36	Roots	<i>Prumnopitis sp.</i>	Mount Louis, adult tree
Q37	Leaves + roots	<i>Austrobaileya scandihoa</i>	Mount Louis weather station. Old Angiosperm
Q38	Leaves + roots + soil	<i>Allocasuarina littoralis</i>	Young tree, bottom of Mount Louis, connection established
Q40	Leaves + roots	<i>Casuarina equisetifolia</i>	Noah Beach
Q41	Leaves + roots	nd (Flacourtiaceae)	Oliver Creek
Q42	Leaves + roots	nd (Caesalpinaceae)	Oliver Creek
Q43	Leaves + roots	<i>Idiospermum sp.</i>	Oliver Creek
Q44	Leaves + roots	<i>Podocarpus sp.</i>	Noah Beach
Q45	Leaves + roots	nd (Myrtaceae)	Oliver Creek
Q46	Leaves + roots	<i>Tristanopsis sp.</i>	Oliver Creek
Q47	Leaves + roots	<i>Storckia sp.</i>	Oliver Creek, Caesalpinaceae
Q48	Leaves + roots	<i>Lindsia myrtus sp.</i>	Oliver Creek
Q49	Leaves + roots	<i>Caesalpinia sp.</i>	Oliver Creek
Q50	Leaves + roots	<i>Gymnostoma australium</i>	Noah Creek, connection established
Q51	Leaves + roots	<i>Prumnopitis sp.</i>	Noah Creek, connection established
Q52	Roots + nodules	nd	Noah Creek, no putative host identified
Q53	Leaves + roots + soil	<i>Casuarina cunninghamiana</i>	Tinaroo Dam, connection established

ACTIONS DE COOPERATION FRANCO-AUSTRALIENNES DANS LE DOMAINE DE
 "L'AGRICULTURE, LA GESTION DES TERRES ET DES EAUX, ET DE L'ENVIRONNEMENT"
 (ATEE)

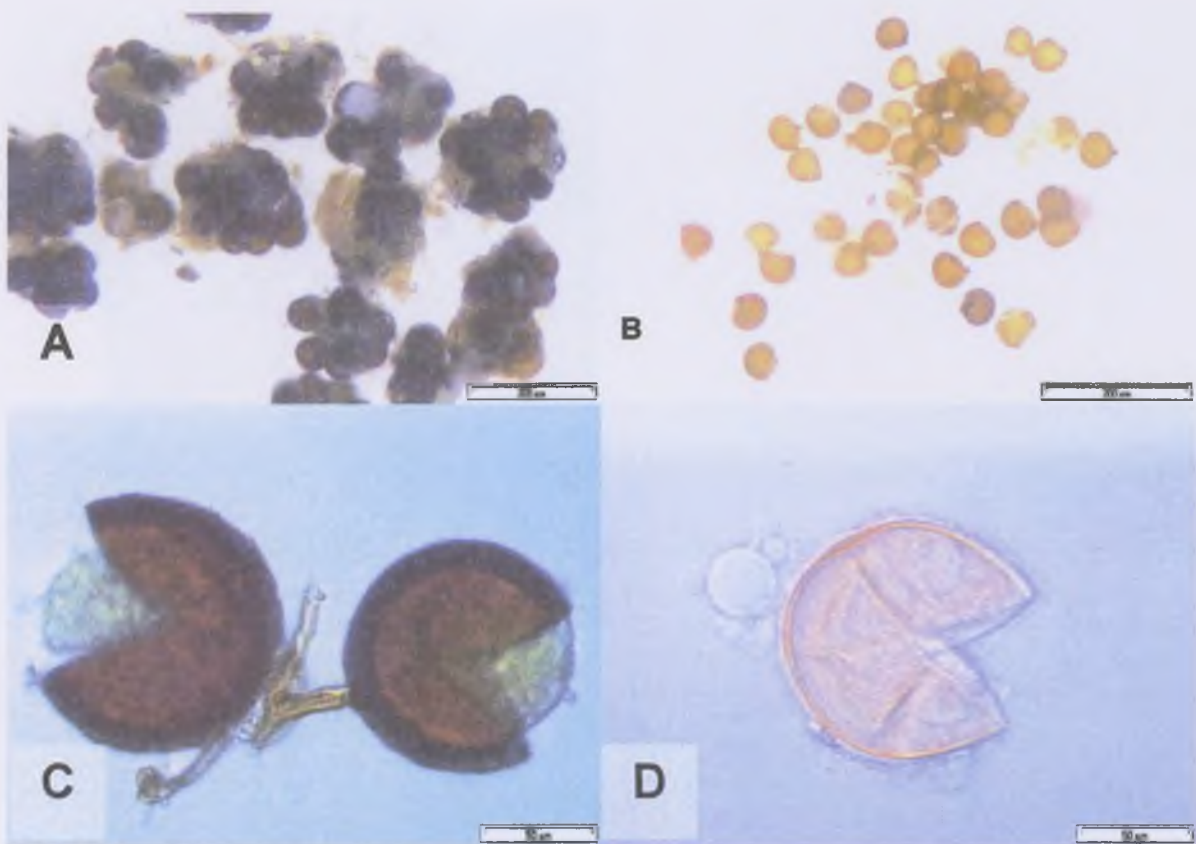
Q54	Leaves + roots + soil	<i>Allocasuarina littoralis</i>	Gillis road, connection established
Q55	Leaves + roots + soil	<i>Araucaria sp.</i>	Gillis road, connection established

Annexe 2

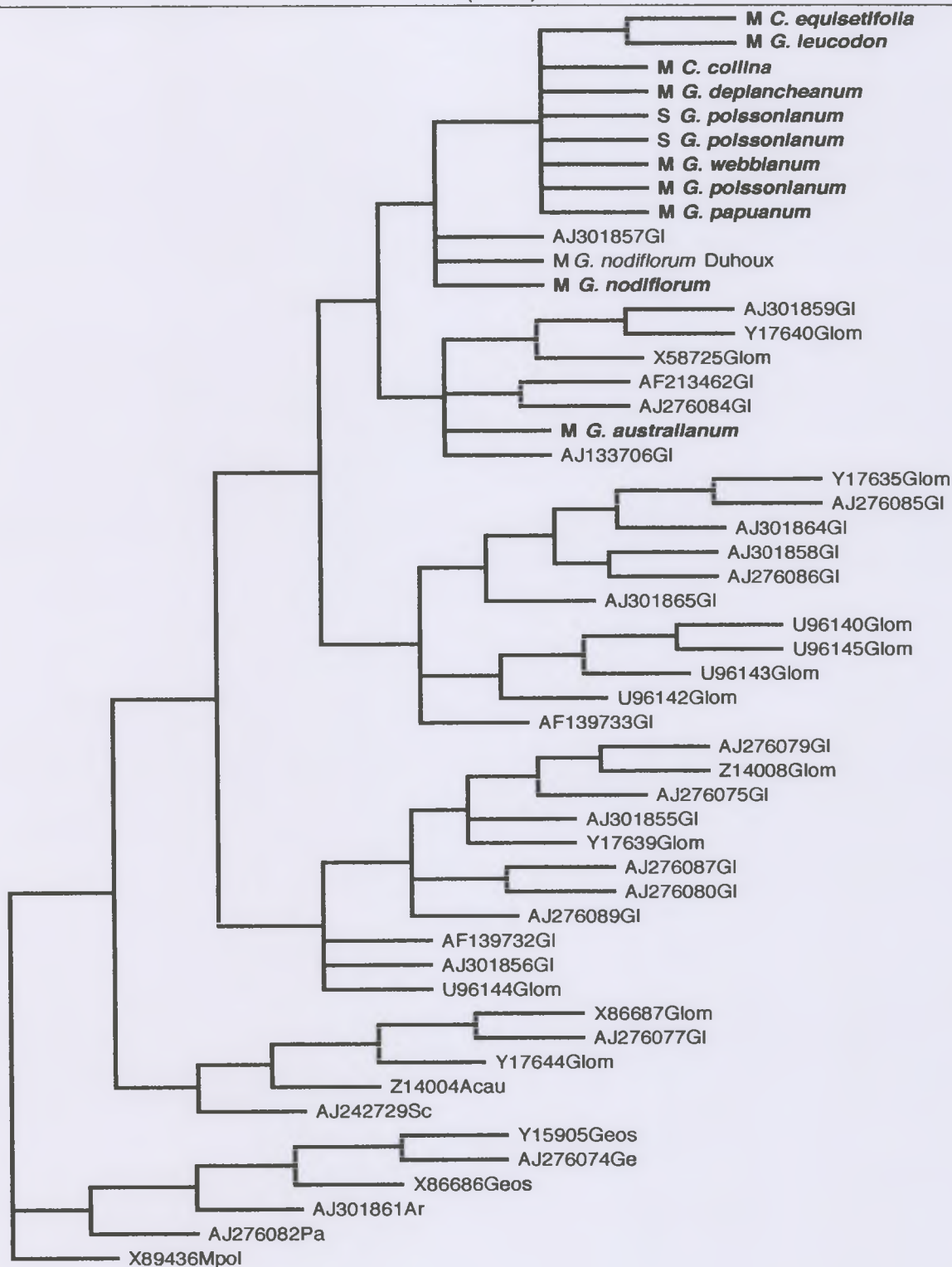
Morphological classification of Casuarinaceae myco-nodules.

Forms	1. Pyriform	Chain	Spherical
			
Comments	Late stop in meristem functioning.	Sequential stops and goes in meristem functioning.	Final stop in meristem functioning.
1.1.1. Species	<i>G. poissonianum</i> <i>G. chamaecyparis</i> <i>G. deplancheanum</i> <i>G. webbianum</i> <i>G. leucodon</i> <i>G. papuanum</i> <i>G. nodiflorum</i> <i>A. littoralis</i>	<i>G. australianum</i> <i>C. equisetifolia</i> <i>C. cunninghamiana</i> <i>C. collina</i>	<i>G. glaucescens</i> <i>A. littoralis</i>

Annexe 3



Spores of myco-nodulating fungi from *Gymnostoma australianum*. A & C: Dark brown cluster (12 to 20 spores) of an undetermined *Glomus*; B & D: Single yellow spores of an undetermined *Glomus*, the triangular form of the spore is noticeable.



10

Annexe 4: Diagrammatic representation of *Glomus* spp. phylogeny inferred from rDNA comparison using PAUP 4. Fungi involved in myco-nodulation formed a separate cluster.
 M: Myco-nodule; S: Spore; C: *Casuarina*; G: *Gymnostoma*.

Dr M. Poiret

Ecole Nationale du Génie Rural, des Eaux et des Forêts

ENGREF, Aubière

Michel.POIRET@agriculture.gouv.fr

Titre : "Etude comparative des Services Ruraux Français et Australiens"

« Municipal management for sustainable development :

A comparison between Northern New South Wales and Auvergne, France of policies, management instruments and planning tools implemented for provision of water, sewerage and waste management. »

Analysis of the New England local governments' interviews

Acknowledgments

I would like to express my gratitude to Associate Professor Roger EPPS for his assistance from the very beginning and to all the staff of the School of Human and Environmental Studies for their friendly welcome.

My particular thanks are also due to the academics of the University of New England and the officials of the New England Local Governments I met.

A special mention to the French Embassy in Canberra which has allowed me to undertake this comparative study through a grant.³

³ *The present report refers to **council** (without capital letter) for the local government and its administration and to **Council** (with a capital letter) for the group of Councillors and their full meetings.*

CONTENTS

Introduction

1. Overall presentation

1.1. Physical features

1.2. Human Features

2. Framework

2.1. Main actors

2.2. Other partners

2.3. How to work in such a framework

3. Local Governments' structure

3.1. What is a council like ?

3.2. How does a council work ?

3.3. What does a council do ?

4. Policies – management design

5. Tools – management implementation

6. First strategic analysis

6.1. Strengths

6.2. Weaknesses

6.3. Opportunities

6.4. Threats

Conclusion

1.2. Introduction

The School of Human and Environmental studies of the University of New England (Armidale, NSW, Australia) and the Ecole Nationale du Génie Rural, des Eaux et des Forêts – National school for rural engineering, environment and forestry (Aubière, Auvergne, France) have collaborated to undertake this comparative study between Northern NSW and Auvergne. The work aims to describe local policies, management instruments and planning tools implemented for provision of water, sewerage and waste management.

Comparing rural services in both NSW and Auvergne is interesting because these regions are – relatively – the same pattern in their respective national contexts : low populations density, decline of population, primary industries, one or two dominating urban poles and some isolated areas. The direct comparison of resources, needs and features would be pointless for both academics and decision-makers since New England and Auvergne are so different in absolute terms. However an analysis of the administrative framework, the local governments' structure, the implementation of local policies and the management tools could underline positive and negative points regarding the provision of municipal services in such regions.

This interim report covers the Australian aspects of the study, based on contacts with academics of the University of New England and interviews with New England Local Government officials in Armidale-Dumaresq, Barraba, Bingara, Glenn Innes, Gunnedah, Guyra, Inverell, Manilla, Moree Plains, Narrabri, Nundle, Parry, Quirindi, Severn, Tamworth, Tenterfield, Uralla, Walcha and Yallaro. Based on the local management plan and a set of questions, these interviews involved directors, engineers and planners to get different points of view. This report summarises these inputs and draws a first strategic analysis of planning and management of municipal services in New England.

The final report will set the Australian data alongside the French details to produce the comparison and the main results. It is to be completed by the end of December 2002.

1. Overall presentation

1.1. Physical features

The New England region is located in the north of New South Wales (NSW), near Queensland as shown as below.

Map 1: Location of New England, in green



The region, covering 98, 100 km², is divided into three sub-regions : northern tablelands, slopes and plains. The elevation varies between 150 and 1,600 m from the dead flat western plains to the eastern part along the Great Dividing Range. From there, the streams drain eastwards to the coast (Pacific Ocean) and the creeks drain westwards to the Namoi, Gwydir and Macintyre tributaries of the Darling River. This region is well known for the waterfalls (Ebor, Wollombi, Dangar ...). The climate is relatively cool and wet ; median data are respectively 14.7°C and 782 mm rainfall. To the west, the rainfall decreases and the average temperature is in the order of 6-7°C warmer.

ACTIONS DE COOPERATION FRANCO-AUSTRALIENNES DANS LE DOMAINE DE
"L'AGRICULTURE, LA GESTION DES TERRES ET DES EAUX, ET DE L'ENVIRONNEMENT"
(ATEE)

Climatic variations are important and rainfall reliability is poor : as with a large part of NSW, New England has experienced both water shortage and flooding. Several dams were built to supply water (primarily for irrigation, but also for household use and livestock purposes) and to mitigate against flooding : Chaffey, Copeton, Keepit, Malpas, Pindrai. The great Artesian Basin is also a water resource for the western part of New England.

1.2. Demographic features

In 1996, the New England population was 175,221 inhabitants (see table 1). Tamworth and Armidale concentrate more than a third of the total population. The population has declined by 5,766 people between 1991 and 1996.

Table 1: population density in New England

Shire – Town	population 1996	area (km ²)	density (persons/sq.km)
Nundle	1,337	1,600	0.8
Bingara	2,099	2,850	0.7
Barraba	2,270	3,065	0.7
Severn	2,915	5,569	0.5
Manilla	3,145	2,191	1.4
Walcha	3,208	6,263	0.5
Yallaro	3,227	5,333	0.6
Guyra	4,262	4,400	1.0
Quirindi	4,872	3,033	1.6
Uralla	5,871	3,227	1.8
Glen Innes	6,101	67	91.3
Tenterfield	6,529	7,170	0.9
Parry	11,870	4,400	2.7
Gunnedah	12,819	5,017	2.6
Narrabri	14,101	13,017	1.1
Inverell	14,899	8,583	1.7
Moree Plains	15,517	17,902	0.9
Armidale Dumaresq	25,165	4,228	6.0
Tamworth	35,014	185	188.8
New England	175,221	98,100	1.8

Source: ABS, GDS 2001

The regional economy is dominated by primary production, especially cropping in the plains and grazing in the slopes and tablelands. There are only three centres with significant industry : Tamworth and Narrabri and Inverell, especially agricultural product processing factories

There are only three levels of administration in Australia : Commonwealth, State and Local Government (178 in NSW). Local Governments (or Councils) are the most locally important

functional units, based on an elected Council making decisions regarding community issues and raising rates of fees. There has been pressure on Local Governments to merge in order to be more coherent (amalgamation of several small Councils, or of one city and its *doughnut* shire) and/or cost-effective (economies of scale). New England counts 19 Local Governments.

2. Framework

2.1. Main actors

The local governments are responsible for water supply, wastewater and waste management (as well as road maintenance or social services). However, they work with two main NSW bodies : the NSW Department of Land & Water Conservation and the Environment Protection Authority.

The NSW Department of Land & Water Conservation (DLWC) is responsible for natural resource management. It has tried to ensure present and future healthy and productive environments for a sustainable development, in partnership with local communities, by :

- developing policies on resource use and management ;
- managing assets such as Crown land across the State (dams) ;
- assisting the management of the country towns' water supply and sewerage schemes ;
- managing the planning and sharing of water across the State ;
- maintaining databases on the condition of the State's land, soil, water and vegetation ;
- providing survey and mapping services ;
- and offering a range of consulting services.

The Environment Protection Authority (EPA) is responsible for protecting the environment. Established in 1992, it has two main objectives : 1- to protect, restore and enhance the quality of the environment in NSW, having regard to the need to maintain ecologically sustainable development ; 2- to reduce the risks to human health and prevent the degradation of the environment. It ensures its mission by :

- restoring and enhancing the environment as well as preventing and controlling pollution, working in partnership with all sectors of the community ;
- guiding community actions with a strong commitment to education, and using economic instruments as well as regulations ;
- recognizing the link between a healthy environment and a sound economy : decision-making needs to be informed by economic and environmental concerns commitment to ecologically sustainable development.

The DLWC is mainly considered as the shepherd, allowing access to water resources and providing local governments with technical and financial assistance. The EPA is more seen as the watchdog, allowing discharges under license and fining exceedence. However, both of them are daily partners whose local officers are easy to access and share the same common interest even with different points of view.

2.2. Other partners

A lot of other NSW departments or agencies deal with water, wastewater and waste.

The Department of Local Government (DLG) is responsible for the administrative orthodoxy in the Councils' approach to planning, managing and budgeting. It is an approval authority on financial issues (rates and loans).

The Department of Fisheries is an approval authority for all actions, works or changes affecting the waterways. It licenses Councils for pumping water from streams.

Planning NSW deals only with planning & development. Each Council produces a Local Environment Plan (LEP) under its delegation, sometimes under its dictation.

The other partners are the catchment boards (responsible for the river basins), the Department of Health (food safety and public health issues), the National Parks & Wildlife service (NPWS), the Department of agriculture, the Heritage office and WorkCover. Groups like the Water Directorate, the Institute of Public works engineering australia, >New England local governments and Shires association and the Northern Inland Regional waste play also a coordinative role.

2.3. Working in such a framework ?

There are approval authorities, technical partners and funding bodies within such a framework. Each of them has produced regulations, guidelines or publications creating a working environment where Councils have to make decisions and implement policies. Some requirements are major constraints that the Councils have to cope with. In that aspect, working with the EPA is sometimes harsh. There are also different opinions and even contradictions amongst NSW institutions. For example, both DLWC and EPA are reluctant to return effluent to the river while the Department of Fisheries and NPWS endeavor to close the water circle.

However, Councils have worked fairly well with all of them because policy conflicts do not interfere with good personal relationships between Local Governments and local NSW officers. Conferences, meetings and steering committees are good opportunities to exchange and learn to work together. When the problem seems to become really complicated, it is still possible to bring all these people to the site and ask them all together to propose solutions. Most of the time everyone agrees on a compromise, saving time and money.

There is room for manoeuvre within such a framework. Committees gathering council and department officials allow inputs from both sides to adapt national objectives to the regional context. Then Councils design their own policy under the Local Government Act 1993, using the legislative framework and all the available guidelines. Provided the compulsory requirements are met, the Councils are free to determine the means by which they meet the objectives, technically as well as financially.

3. Local Governments' structure

Details on the Councils' structure are available in the Local Government Act 1993.

3.1. How is a Council structured ?

Each Local Government has two major components : the Council and its staff.

The Council is an elected group of citizens (Councillors) representing specific parts of the shire (Wards). The Councillors elect amongst themselves a Mayor and a Deputy Mayor who lead the Council. Councillors are elected for 4 years. They oversee the operation of the

council and make sure that the policies are being implemented or that money is properly allocated.

Each and every Councillor has a different motivation, emphasis and perception of community needs and expectations. Some Councillors belong to a political party or to a special action group looking to influence the Council in some area. Sometimes Councillors are bound to pay attention to the ward they represent and struggle to provide a Shire-wide view of critical issues.

Being a Councillor is not a full-time job but they are paid allowances to cover the expenses they incur. They are avail themselves sufficiently for their duties and some of them demonstrate a particular interest in one field (water or waste for example), providing the Council with additional "expertise".

Councils employ staff to carry out the work. These people are quit similar to the public servants (recruitment, rights, duties, wages). The most senior person on the council staff is the General Manager, directly appointed by the Council and responsible for all the other staff. As in any other business, councils are organized in functional units in charge of the different equipment and services provided.

Within the 19 New England councils, staff varies from 17 to 315 equivalent full time (median = 81). The bigger the more fractioned: small councils make their staff have a lot of contacts, a broad awareness and an extensive involvement as well as doing also diverse minor things instead of remaining concentrated on a few main tasks. Water supply, sewerage and waste management involve between 4 and 20% of the manpower, the higher rates occurring in smaller councils (small denominator) and bigger ones (wider range of services or competences).

It has become more difficult to recruit staff, especially because rural areas are unattractive compared to bid centres. Positions of engineer, planner or water/wastewater operator can be vacant for several months. Councils tend to end up recruiting locally and train people to a required level of competency but high-qualified staff should be recruited from other locations. Alternatively, councils may also use external resources as contractors or consultants to have the work done.

3.2. How does a council work ?

Under the Local Government Act 1993, there is a clear separation between Councils and staff: the first develop policies and the second implement them. The General Manager is the link between these two parts. The current council's activity is described in monthly report to the Council which has a monthly meeting to make decisions and works within Committees on more specific issues. New issues can come i) from staff, asking the Council to make a decision, ii) from Councillors who ask staff to report before making a decision or iii) from the community asking the Council directly to make a decision after a staff report.

Taking into account the diverse interests of the community, decision-making is the responsibility of the Council. The Councillors represent the community but there are also public meetings, public displays and consultation to exchange information, advice or ideas with the population. Newsletters inform people regularly on what is going on in the Shire. If there are a few written responses, there are a lot more phone calls or direct contacts. Social demands might also be known through the complaints recording system (identifying also asset failures and customers' misbehaviour).

Small shires allow the Councillors to be aware of what is going on with both council and community. There are some interest groups like irrigators, environmentalists or Landcare groups but no strong local lobbying groups as in urban areas. Everybody knows each other and it is easy to contact the key people or to issue new directives. Then decisions have to be made to satisfy the majority (but not everyone) in the most cost-effective way.

The decision-making process can be very short: a 2-page report followed by a Council's vote is sufficient to implement new policies (water demand for example). For bigger issues, it would take longer, requiring extensive consultation with the community as well as between Council Staff. Sometimes it involves a one-month advertising period before implementing a new policy. Typically there are few reactions in that timeframe but people sometimes complain afterwards.

The Council makes only the main decisions, regarding its main policies. The General Manager or the staff make daily decisions, regarding routine business. This process involves the responsibility of staff at each level: when it is not possible to make a decision at one level, the problem has to be addressed at the upper level. The different options are analysed and evaluated (sometimes with external advice) and finally the decision is made, with the Council's approval when necessary.

3.3. What does a council do ?

Generally speaking, councils manage their assets, contract for the garbage collection, use external expertise occasionally but they prefer to maximise in-house work. "We do what we are good at and we have it done for the rest" is the most common philosophy. These contracts allow staff flexibility, availability of equipment or expertise and cost-effectiveness. Design of council infrastructure is often made internally with external expertise required for specific needs. Such external expertise is easy to find, available, cost-effective and exacting enough to work in good conditions (like Hunter Water Australia for water/sewerage). Whilst councils use external assistance, some of them also undertake design or construction as sub-contractors in projects involving NSW departments' funding. Sometimes, councils use Design & Build scheme for new assets, but no BuildTransferOperate or BuildOwnOperateTransfer schemes because they prefer to keep equipment under the community's ownership.

Councils participate in regional committees and cooperate amongst them, sharing resources without special scheme to do so. One exception: waste, where the Northern Inland Regional Waste group investigates and identifies opportunities for coordinated approaches like group tendering, allowing councils to afford some services or get more cost-effective contracts (green waste, metal recycling). It is difficult to create more organised structures like corporations because of the distance between surrounding cities (up to 180 km) and the prohibitive transportation costs implications (except for easily mobile or immaterial resources) or the lack of political willingness.

Some small councils rely more on their own resources to do the work or deliver the service because they feel quite isolated, prefer to remain independent and can still afford to conduct such a policy. But especially for waste, the bigger the better (because of high fixed costs) and some councils have to envisage using external resources.

The New England is quite diverse, making the comparison of issues difficult, sometimes impossible, due to the nature of the population structure, land uses and physical

characteristics of the area. Also rate bases vary across New England. However a small council can provide cost effective services. Comparing cost per capita shows that a small council doesn't mean systematically high charges, even if the level of service is sometimes different.

4. Policies – management design

Because of the population stability, policies are sometimes designed according to the trend observed over recent years. Most of the time, councils integrate into their policy-mix several inputs : demand, supply, finance, price, social expectations, environment etc. The demand and supply depend on the population forecasts and a continuous increase of level of service expected or delivered. The price reflects the balance between the demand and supply according to the technical and financial backgrounds, and also the social preparedness to pay for such a level of service. It is a big exercise to establish service charges & fees for water and sewerage since these services are fully self-funded, but good and accurate financial planning helps. The environment is taken into account through community input under the EPA controls. Environmental demands have become a terrific issue in the last several years, increasing the money needed and time taken to comply with the regulatory requirements.

Sometimes the water demand has dropped after implementation of limitative policies, population decline or business closure. In some case, resources have to be enlarged to meet EPA requirements for environmental flow releases. One council integrated environmental, social and financial issues in its policy-mix when it decided to reuse the resultant crop production. The same applied to waste when closing a landfill because the charge per tonnement was too high, the risk of heavy fine from the EPA was too great and recycling made good sense with the community.

The Local Government Act 1993 forces councils to issue a management plan presenting the council's activities for at least the next 3 years and the council's revenue policy for the next year. Sometimes, the DLWC helps councils to produce it, ensuring that it meets the requirements of the NSW government. Generally, senior staff are fully involved in the management plan elaboration, under the responsibility of the General Manager. However everyone, according to one's level of responsibility, provides input to the management plan. A draft plan is prepared by staff in February-March. The Council corrects it in April and the new version is displayed to the public (a few reactions each year). The new management plan is adopted by the Council and reviewed regularly. The General Manager reports to the Council on implementation of the management plan.

The management plan is a tool towards effecting quality management for the council's assets and provision of services. On the one hand, the Council uses it, as some NSW departments do to assess council's administration. On the other hand, people aware of it may question the Council on its implementation. The management plan helps to justify decisions and priorities. Benchmarking and strategic planning allow more transparency. Such documents could be a burden but are also a means to acquire subsidies.

5. Tools – management implementation

In New England, councils use a quite large range of tools to implement their policies.

Asset management and pricing systems are used almost everywhere to develop a comprehensive management system. The first system (?) is sometimes a single asset register, describing all the equipment and its conditions. The other, successfully implemented in a number of instances, is to reduce the demand in a dramatic way (by as much as 33% in a year). Sometimes, the free water allowance included in the basic fee has been completely removed, the pay-per-use principle applying from the very first litre of water.

Financial management, business planning, environmental management and community consultations are less frequent. Financial management is typically a financial plan linked to the management plan, according to the demand / supply forecast and the asset replacement plan. The authorities often require a business plan before funding a project. In that case, it is an obligation attended to only in order to get subsidies. Environmental management has different forms, from screening the species living around the wastewater treatment plant to involving schoolkids in environment protection. Formal community consultations are pretty rare but means to keep in contact with the people are numerous.

Demand management (though education or communication) and strategic studies for capital works are not frequent. The first are considered a less efficient incentive than pay-per-use pricing systems. The last are carried out for very specific purposes : funding, comprehensive assessment, and require highly educated staff with an excellent background skilled in undertaking such a study.

Councils always use standard references, meters and databases, and very often a Geographical Information System.

6. First strategic analysis

Water supply, sewerage and waste management are only a part of councils' responsibilities; roads remain often the main issue for Councils. Nevertheless, they are important enough :

- for Council in terms of making decisions to meet social and regulatory requirements;
- for staff in terms of conception and provision of service, and policies to implement;
- for NSW departments in terms of natural resources and environmental management as well as public health;
- for citizens in term of cost, reliability and quality of the service provided.

Having visited 18 of the 19 councils, I believe I can make a first strategic analysis of the local policies, management instruments and planning tools implemented for provision of water, sewerage and waste management in New England.

6.1. Strengths

Managing their own assets, councils control the whole process providing the community with the service at the best price (no cross subsidisation nor profit). This allows a comprehensive understanding, a coherent global management and an effective autonomy in decision making. It also provides direct and indirect jobs as well as active people, creating activity and wealth,

promoting local development and animating the community in diverse fields. This staff, the revenue it generates and the cost-effective services it provides enhance reliance and sustainability in inland communities.

Most of the councils are small enough to be close to community sentiment. This probably allows a good response to the community's demands except when shires are too small to have sufficient resources to provide relevant services or levels of service. Because councils are fully integrated in the daily life of the community, they are also well customer-orientated in their daily management even if sometimes this leads to mis-allocating the manpower (too much contact, too little directly productive work).

As far as I know, Councils have benefited from a relative autonomy within the framework described in part 2. They may design their own policies and are keen to do so, sometimes jealously attached to their independence and prerogatives. The management plan formalises these local policies and translates them in budgetary terms.

Tools like the management plan give visibility to the councils' actions as well as transparency to their choices. They lead public services towards quality management and a kind of competitiveness. That justifies the way of providing the community with municipal services and might allow an easier evaluation of it.

6.2. Weaknesses

There is no perfect size for a shire, but sometimes the density is too low to generate enough resources for providing the service demanded. Since there is no cross-subsidisation, councils have to charge the provision of service according to the actual cost. When fixed costs are high, it is more difficult to provide services in low-density communities. A higher density would allow economies of scale and enlarge the range of services provided, from both a technical and financial point of view.

In small communities, located in a remote place and with little prospect of emulation, there is a lack of pressure for improvement. People could be satisfied with the routine activity, with new issues slow to arise and debates restrained. On the other hand, it could be difficult to bring in new staff or external resources. Making exchanges easier and positive competition more active would generate fresh air and animation with the community.

The resources allocation could be different at the local level. The water resources are by nature limited, creating competition for water usage amongst the community: supplying water for household, irrigation and industrial purposes, maintaining aquatic environments for wildlife, allowing recreational services. A local policy towards a more efficient use of the water would save this so precious resource.

6.3. Opportunities

There are only three administrative functional levels in Australia. This short line of decision allows low transaction costs, quick reactions and easy coordination. The relative absence of the Commonwealth authorities in the municipal services' scope makes it more efficient: political decisions are made by people at a level not so far away from the community.

Because of certain homogeneity amongst the local governments in New England, they have some opportunities to share resources and to work together in order to make their development more sustainable. At a first stage, such collaboration could take place within a

light cooperative structure. It could also become a corporation, leading to industrial standardisation and competitiveness. Last, merging shires could also reinforce their adaptive capacities even if there are antagonisms between urban and rural wards.

6.4. Threats

The demographic evolution is not favorable to inland areas. This decline doesn't seem to be reversible. In addition, remaining people continually demand a higher level of service or new services. They just want to get the same standard of living as the coastal urban population. Population is declining but demand is increasing and councils have to cope with that. The dilemma is how to sustain such a situation : is it time for down-sizing the councils' activity ?

From a French point of view, distances are enormous in New England. That limits the opportunities to share resources and to work together, but it is still possible to exchange non-material or mobile resources. Nevertheless, distances between country towns make attempts to increase density within and cooperation amongst inland councils difficult. At the same time, the strong willingness to remain independent also limits collaborative association as well as some behavior of Councils which pay less attention to issues that don't affect their ratepayers/electors.

The NSW population and then the NSW economy are more and more coast-oriented. A disequilibrium could appear between urban and rural areas, the first benefiting from a strong comparative advantage. According to the relative weights of urban and rural population, state policies could also become more coast-orientated, following the "natural" trends towards urbanisation. The risk that state policies better apply to urban areas than rural ones exists (incessant additional regulations, increasing involvement of councils' responsibility, urban-oriented philosophy). Are there any chances to counterbalance such a disequilibrium?

The resources allocation could be different within NSW. The water resources in NSW are limited: an arid climate and 66% of the surface water where 90% of the population live and whose consumption accounts for only 10% of the total water used, while 90% is used west of the Great Dividing Range where rivers flow with less reliability. There is no prospect of additional resources either from dams or groundwater. This has created competition for water allocation and government funds under heavy environmental constraints. A more efficient use of the water would be helpful, as well as dramatic decisions about allocation of water or determination of funding priorities at the state level.

Conclusion

Water is one of the most important components of general development in Australia. It is a rare resource since Australia is the driest continent, continental water resources are variable or unreliable and a short water cycle makes it not so renewable. Water is also considered as a commodity because of its low price, its high per-head availability and a lax policy. New resources always become more difficult to find while new needs have been increasing. For almost two decades, water management has faced several stakes ; recognise the Community" diverse interests, allocate the water quantities, increase the efficiency in the use of resources, enforce pay-for-use pricing systems, ensure good water quality, preserve the environment, compete for funds, limit taxes ...

Traditionally, local governments have been responsible for the "three Rs" : roads, rubbish and rates. Councils have actually many other responsibilities, including water supply and sewerage services, environmental management and community issues such as libraries, parks, leisure facilities, aged care services and entertainment.

Because of the Local Government Act 1993, all councils have more or less the same structure, based on a elected group of citizens and an administrative and operational staff, under the responsibility of a General Manager. The Council designs the policies that the staff implements. A management plan makes the policies more concrete.

Between small councils with small resources but good ground knowledge and big councils with good resources but some technocratic features, there is no perfect compromise in regard to size. Small and large manage their assets, use external resources and provide municipal services in the most cost-effective way, according to their technical and financial backgrounds and the level of service they deliver.

However, some councils have to respond to the main stake : to face a population decline and a demand increase with limited resources. In Auvergne, the local governments were made to cooperate amongst them. In New England, local governments rely on their own capacities to adapt themselves to an ever-changing context. This is probably a lesson taught in the bush : *She'll be fine, mate!*